

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PAITAN (*Tithonia diversifolia*) DALAM MENGENDALIKAN NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.) PADA TANAMAN TOMAT**

Oleh  
**AGUS VINASARI**  
135040201111065

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG**

**2018**

## PERNAYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri, dengan bimbingan oleh dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang jelas dengan ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebut dalam pustaka.

Malang, 3 September 2018

Agus Vinasari



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Efektivitas Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*)  
dalam Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne*  
spp.) pada Tanaman Tomat

Nama Mahasiswa : Agus Vinasari

NIM : 135040201111065

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.  
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.  
NIK. 201405 770415 1 001

Diketahui,  
Ketua  
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001

**Tanggal Persetujuan :**

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

### MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.  
NIP. 19770810 200212 1 003

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.  
NIK. 201405 770415 1 001

Penguji III,

Penguji IV,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.  
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Ir. Syamsuddin Diauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus:



*Skripsi ini kupersembahkan untuk*

*Kedua orang tuaku tercinta, kakak tersayang, serta  
sahabat- sahabatku yang selalu mendukung*

## RINGKASAN

**Agus Vinasari. 135040201111065. Efektivitas Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) dalam Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.**

---

*Meloidogyne* spp. merupakan salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) penting pada budidaya tanaman tomat. Hama ini menyebabkan terhambatnya translokasi air dan unsur hara sehingga menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas (Agrios, 2005). Dalam mengendalikan hama tersebut, umumnya petani menggunakan nematisida sintetik. Penggunaan nematisida sintetik berdampak kurang baik bagi lingkungan dan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan nematisida nabati yang lebih aman bagi lingkungan. Nematisida nabati tersebut berasal dari ekstrak daun paitan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak daun paitan yang efektif digunakan dalam mengendalikan *Meloidogyne* spp. di laboratorium dan lapang.

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan April sampai dengan Oktober 2017, bertempat di Laboratorium Pengendalian Hayati dan Laboratorium Toksikologi Pestisida, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, yaitu perbedaan konsentrasi ekstrak daun paitan (EDP) 0, 5, 10, 15, 20 dan 25% pada skala laboratorium. Pengamatan dilakukan pada 6, 12 dan 24 jam setelah aplikasi ekstrak. Sedangkan pada aplikasi semi lapang, konsentrasi ekstrak daun paitan yang digunakan sebagai perlakuan adalah 3 konsentrasi terbaik yang didapatkan di laboratorium, 3 konsentrasi yang ditingkatkan 5%, 10% dan 15% dari konsentrasi terbaik di laboratorium, serta 1 perlakuan kontrol. Semua data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Analisis probit dilakukan menggunakan perangkat lunak Probit Hsin Chi untuk mendapatkan nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  dari ekstrak daun paitan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun paitan pada 6 tingkat konsentrasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap mortalitas juvenil II (J2) *Meloidogyne* spp. Mortalitas tertinggi ditunjukkan pada perlakuan pemberian ekstrak daun paitan konsentrasi 25% dengan nilai mortalitas sebesar 79,6%. Mortalitas J2 *Meloidogyne* spp semakin meningkat pada tiap waktu pengamatan. Nilai  $LC_{50}$  pada pengamatan 24 jam adalah 9,73% dan nilai  $LT_{50}$  pada 25% ekstrak paitan yaitu 9,64 jam. Konsentrasi ekstrak daun paitan yang paling efektif digunakan pada aplikasi dalam *green house* adalah konsentrasi 20%, karena tanaman tomat yang diaplikasikan ekstrak daun paitan dengan konsentrasi 30%, 35%, dan 40% diduga mengalami gejala fitotoksisitas. Setelah dilakukan uji fitotoksisitas, tanaman yang diaplikasikan ekstrak daun paitan dengan konsentrasi 25%, 30%, 35% dan 40% mengalami gejala fitotoksisitas.

## SUMMARY

**Agus Vinasari. 135040201111065. The Effectiveness of Paitan Leaf Extract (*Tithonia diversifolia*) to Control Root Knot Nematode (*Meloidogyne* spp.) on Tomato. Supervised by Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. and Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.**

---

*Meloidogyne* spp. is one of the most important Plant Parasitic Organism in the cultivation of tomato plants. This pest causes the delayed translocation of water and nutrients, resulting in reduced quality and quantity (Agrios, 2005). Farmers generally use synthetic nematicides to control these pests. The use of synthetic nematicides has a negative impact on the environment and the living beings. Therefore, it is necessary to develop a safer plant nematicide for the environment. The plant nematicide is derived from the extract of paitan leaves. This study was aimed to maintain the concentration of paitan leaf extract effective in combating *Meloidogyne* spp. are used in the lab and field.

The research was conducted from April to October 2017 at Laboratory of Biological Control and Laboratory of Toxicology Pesticide, Department of Plant Pest and Disease, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. The experiment design that used are completely randomized design with 6 treatment and 4 replication. Treatment were 0, 5, 10, 15, 20, and 25% of paitan leaf extract. Period of observation was 6, 12 and 24 hours after treatment. In the field application, the concentration of Paitan leaf extract that used as the treatment was 3 best concentrations obtained in the laboratory, 3 concentrations were increased by 5%, 10% and 15% from the best concentration in the laboratory and 1 control. All data was analized by analysis of variance (anova). If there were a significant differences, it continue to calculate with least significant differences (LSD) at 5% levels. Analysis of probit developed by Hsin Chi was also used to calculate median lethal concentration ( $LC_{50}$ ) and median lethal time ( $LT_{50}$ ) of paitan leaf extract.

The results showed that the application of paitan leaf extract in 6 concentration levels had a real effect on the mortality of Juvenile II (J2) *Meloidogyne* spp. The highest mortality was seen in the treatment of 25% paitan leaf extract with a mortality rate 79.6%. The mortality of J2 *Meloidogyne* spp. increases at each periode of observation. The value of  $LC_{50}$  at 24 hour observation was 9.73% and the  $LT_{50}$  value at 25% of the paitan's excrement was 9.64 hours. The most effective application of paitan leaf extract concentration in the green house is 20% concentration, because paitan leaf extract aplication at 30%, 35%, dan 40% concentration alleged phytotoxicity symptoms were found. After the phytotoxicity test, the paitan leaf extract at 25%, 30%, 35% and 40% concentration had phytotoxicity symptoms.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) dalam Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat dan bimbingannya kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan atas segala bimbingan dan nasihat yang diberikan kepada penulis. Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan kakak tercinta atas doa, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada sahabat dan rekan-rekan HPT 2013 atas doa, bantuan dan motivasi yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi isi maupun penyajian, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dalam perbaikan dimasa mendatang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, 3 September 2018

Agus Vinasari



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dusun Kolak, Desa Wonorejo, Kecamatan Ngadiluwih, Kabupaten Kediri pada tanggal 7 September 1994. Sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Taman dan Ibu Dewi Umiroh. Penulis menempuh pendidikan dasar di MI Raudlatut Tholabah Tahun 2001 sampai tahun 2006, kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di yayasan yang sama yaitu MTs. Raudlatut Tholabah pada tahun 2007 sampai tahun 2010. Pada tahun 2010 sampai 2013 penulis melanjutkan studi di SMAN 4 Kediri. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan Laboratorium Nematologi.

Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam organisasi dan kepanitiaan. Pada tahun 2014 penulis aktif sebagai anggota Divisi Kesejahteraan Anggota (Kesrat) di UKM PPS Betako Merpati Putih Universitas Brawijaya dan menjabat sebagai Sekretaris Umum pada tahun 2015. Penulis pernah mengikuti kepanitiaan antara lain Pekan Riset dan Ilmiah Mahasiswa 4 (PRISMA 4) tahun 2014 sebagai *Sie Lesson Officer* (LO) dan Kejurnas Brawijaya Terbuka tahun 2016 sebagai Ketua Divisi Humas. Penulis juga aktif mengikuti beberapa lomba untuk mewakili Fakultas Pertanian maupun Universitas Brawijaya, diantaranya adalah perwakilan cabang pencak silat dalam kegiatan Olimpiade Brawijaya tahun 2014, Kontingen UB dalam Kejurnas IPB Open tahun 2014, Kontingen UB dalam Kejurnas Brawijaya Terbuka 2016, tim Lomba Cerdas Tepat (LCT) Haryono Semangun Award tahun 2016, tim Lomba Cerdas Cermat (LCC) Plant Protection Olympiad tahun 2017. Tahun 2016 penulis melakukan magang kerja di Kelompok Tani Organik Brenjonk di Dusun Penanggungan, Trawas Mojokerto.

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
 I. PENDAHULUAN .....	 1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Hipotesis .....	2
1.5 Manfaat .....	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA .....	 4
2.1 Deskripsi Nematoda Puru Akar <i>Meloidogyne</i> spp. ....	4
2.2 Tumbuhan Paitan .....	8
2.3 Tanaman Tomat .....	10
 III. METODOLOGI .....	 13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
3.2 Alat dan Bahan .....	13
3.3 Persiapan Penelitian .....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	16
3.5 Analisis Data .....	19
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	 20
4.1 Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas Juvenil II <i>Meloidogyne</i> spp. ....	20
4.2 Nilai <i>Median Lethal Concentration</i> (LC <sub>50</sub> ) dan Median Lethal Time (LT <sub>50</sub> ) Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas Juvenil II <i>Meloidogyne</i> spp. ....	22
4.3 Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Paitan pada Tanaman Tomat dalam Rumah Kaca .....	25
 V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	 29
5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran .....	29
 DAFTAR PUSTAKA .....	 30
LAMPIRAN .....	34

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan konsentrasi ekstrak paitan dalam percobaan di laboratorium .....	17
2.	Perlakuan konsentrasi ekstrak paitan dalam percobaan di <i>green house</i> .....	18
3.	Rerata persentase mortalitas J2 <i>Meloidogyne</i> spp. berbagai konsentrasi ekstrak daun paitan pada pengamatan 6 JSA, 12 JSA dan 24 JSA .....	20
4.	Nilai $LT_{50}$ J2 terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. setelah aplikasi ekstrak daun paitan .....	24
5.	Jumlah tanaman tomat yang sehat dan yang mengalami gejala fitotoksisitas .....	25

## LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis ragam mortalitas J2 <i>Meloidogyne</i> spp. pada pengamatan 6 JSA (Jam Setelah Aplikasi).....	35
2.	Analisis ragam mortalitas J2 <i>Meloidogyne</i> spp. pada pengamatan 12 JSA (Jam Setelah Aplikasi).....	35
3.	Analisis ragam mortalitas J2 <i>Meloidogyne</i> spp. pada pengamatan 24 JSA (Jam Setelah Aplikasi).....	35
4.	Uji fitokimia secara kuantitatif senyawa flavonoid.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Siklus hidup <i>Meloidogyne</i> spp. ....	5
2.	Gejala serangan <i>Meloidogyne</i> spp. berupa puru pada akar .....	7
3.	Tumbuhan paitan, a: keberadaannya di lapang, b: kenampakan daun, c: kenampakan bunga.....	9
4.	Tanaman tomat yang menunjukkan gejala layu dan menguning akibat infeksi nematoda puru akar .....	11
5.	Akar tomat, a: perakaran yang sehat, b: perakaran yang terserang nematoda puru akar <i>Meloidogyne</i> spp. ....	12
6.	Massa telur, a: pada perakaran, b: telah dipisahkan dari nematoda betina, c: kumpulan massa telur yang telah dipisahkan dari betina.....	16
7.	Hubungan probit mortalitas J2 <i>Meloidogyne</i> spp. dengan log konsentrasi ekstrak daun paitan pada waktu 24 jam .....	23
8.	Tanaman tomat yang rebah diduga akibat gejala fitotoksisitas.....	26
9.	Kenampakan gejala yang muncul pada tanaman tomat setelah aplikasi ekstrak daun paitan pada konsentrasi: a: 15%, b: 20%, c: 25%, d: 30%, e: 35%, f: 40% .....	27

## LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis probit $LC_{50}$ pada waktu 24 JSA terhadap J2 <i>Meloidogyne</i> spp.....	36
2.	Analisis probit $LT_{50}$ pada konsentrasi 5% terhadap J2 <i>Meloidogyne</i> spp.....	36
3.	Analisis probit $LT_{50}$ pada konsentrasi 10% terhadap J2 <i>Meloidogyne</i> spp.....	37
4.	Analisis probit $LT_{50}$ pada konsentrasi 15% terhadap J2 <i>Meloidogyne</i> spp. ....	37
5.	Analisis probit $LT_{50}$ pada konsentrasi 20% terhadap J2 <i>Meloidogyne</i> spp.....	38
6.	Analisis probit $LT_{50}$ pada konsentrasi 25% terhadap J2 <i>Meloidogyne</i> spp. ....	38
7.	Uji fitokimia secara kualitatif, (a) tanin; (b) saponin; (c) alkaloid.....	39
8.	Inokulasi nematoda pada tanaman tomat, (a) pemberian lubang didekat akar; (b) inokulasi nematoda menggunakan spuit.....	39
9.	Hasil pemberian ekstrak daun paitan pada tanaman tomat dalam rumah kawat.....	40



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tomat *Lycopersicon esculentum* Mill (Tubiflorae: Solanaceae) merupakan tanaman hortikultura yang banyak di tanam oleh petani di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Selain memiliki rasa yang enak, tomat juga mengandung *lycopene* yang sangat berguna sebagai antioksidan yang dapat mencegah perkembangan penyakit kanker (Adiyoga *et al.*, 2004). Total produksi nasional buah tomat pada tahun 2013 sebesar 992.780 ton dan pada tahun 2014 mengalami penurunan produksi buah tomat menjadi 915.987 ton (BPS, 2013). Salah satu kendala yang menyebabkan penurunan produksi tomat yaitu serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Nematoda Puru Akar (NPA) *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) merupakan salah satu OPT penting pada tanaman tomat. Serangan nematoda mengakibatkan berkurangnya fungsi akar secara normal, sehingga mengakibatkan pengangkutan unsur hara ke bagian jaringan di atas permukaan tanah makin berkurang (Dropkin, 1991). Akibat terhambatnya translokasi air dan hara menyebabkan terjadi penurunan kualitas dan kuantitas (Agrios, 2005). Kerugian yang ditimbulkan dapat mencapai 20-25%, bahkan kadang-kadang menyebabkan kegagalan seluruh panen (Luc *et al.*, 1995). Meskipun kehilangan hasil akibat serangan nematoda tidak begitu besar, namun jika berinteraksi dengan patogen lain dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

Usaha pengendalian terhadap nematoda puru akar sudah banyak dilakukan, salah satunya dengan menggunakan nematisida sintetis. Penggunaan nematisida berbahan kimia sintetis merupakan cara yang sering dilakukan untuk mengendalikan nematoda puru akar, baik sebagai fumigan maupun nematisida sistemik (Nezriyetti, 2012). Walaupun pemberian nematisida sintetis mendapatkan hasil yang memuaskan, namun nematisida ini menimbulkan banyak efek samping seperti membunuh fauna tanah dan membebaskan senyawa organik, termasuk N sehingga menurunkan kesuburan tanah (Dropkin 1991). Kesadaran akan dampak negatif tersebut menjadi pendorong untuk memanfaatkan bahan alami berupa tanaman sebagai pestisida nabati. Tanaman Paitan *Tithonia diversifolia* (Asterales; Asteraceae) merupakan tanaman yang diduga berpotensi sebagai nematisida nabati terhadap *Meloidogyne* spp.



Paitan adalah tanaman liar yang banyak tumbuh di sekitar aliran sungai, pekarangan dan lahan pertanian. Di daerah Malang paitan banyak ditemukan tumbuh di pinggiran jalan, sungai, dan lahan-lahan kosong. Tumbuhan paitan merupakan salah satu gulma yang bermanfaat. Paitan dilaporkan mengandung senyawa bioaktif yang berperan sebagai nematisida pada *M. incognita* (Odeyemi dan Adewale, 2011). Menurut Bintoro (2008) daun paitan mengandung senyawa aktif flavonoid yang termasuk dalam senyawa fenol. Senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan serangga sampai menyebabkan kematian (Taofik *et al.*, 2010). Paitan memiliki sifat toksik dan anti makan (*antifeedant*) pada serangga sehingga menghambat perkembangan dan memutus siklus hidup serangga tersebut (Rahayu, 2007; Ambrosio *et al.*, 2008). Dari uraian potensi paitan diatas, maka dari itu diperlukan penelitian untuk mengkaji ekstrak daun paitan guna mendapatkan konsentrasi yang paling efektif digunakan dalam mengendalikan populasi *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Apakah pemberian ekstrak daun paitan memberikan pengaruh terhadap mortalitas juvenil II *Meloidogyne* spp. di laboratorium?
2. Berapakah nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  ekstrak daun paitan terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.?
3. Pada konsentrasi berapakah ekstrak daun paitan yang efektif untuk mengendalikan *Meloidogyne* spp.?

### 1.3 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun paitan terhadap mortalitas juvenil II *Meloidogyne* spp. dalam laboratorium
2. Mendapatkan nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  ekstrak daun paitan terhadap juvenil II *Meloidogyne* spp.
3. Mengetahui konsentrasi ekstrak daun paitan yang efektif dalam mengendalikan *Meloidogyne* spp. dalam *green house*.



#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak daun paitan tertinggi merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam mengendalikan *Meloidogyne* spp. dalam laboratorium maupun *green house*.

#### 1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan ekstrak daun paitan dalam membunuh nematoda *Meloidogyne* spp, sehingga diharapkan mampu memberikan alternatif lain dalam mengendalikan *Meloidogyne* spp. yang aman bagi lingkungan.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp.

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. merupakan Nematoda yang tergolong ke dalam kingdom Animalia, filum Nematoda, ordo Tylenchida, super famili Heteroderoidea, famili Meloidogynidae dan genus *Meloidogyne*. Tanaman inang *Meloidogyne* spp. meliputi sayur-sayuran, tanaman berjajar, pohon buah-buahan, dan gulma. Genus tersebut sangat penting terutama untuk pertanian di daerah tropik (Dropkin, 1996)

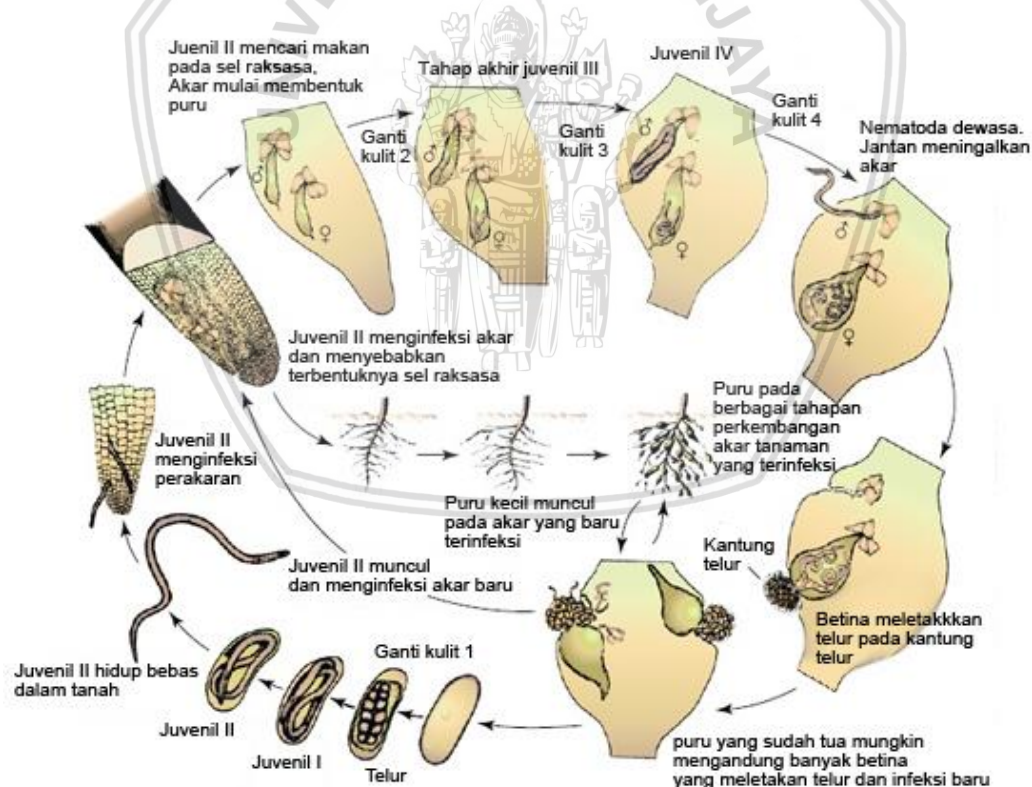
Juvenil 2 (J2) berbentuk silindris dengan panjang  $\pm 450 \mu\text{m}$ . Stilet dan kerangka kepala J2 mengalami sklerotisasi yang tipis dengan ekor berbentuk kerucut hialin dimulai dekat ujung ekor (Luc *et al.*, 2005). Tubuh nematoda betina berbentuk seperti buah pir dengan leher yang pendek dan posterior membulat. Betina dewasa memiliki ukuran panjang 430-921  $\mu\text{m}$  yang diukur dari leher hingga posterior (Eisenback *et al.*, 2003). Stilet berukuran pendek dan mengalami sklerotisasi sedang. Nematoda betina memiliki kerangka kepala lembek dengan lubang ekskresi terletak agak anterior sampai pada lempeng klep median bulbus dan sering terlihat pada dekat basal stilet. Vulva terletak subterminal dekat anus, kutikula berwarna agak keputihan, tipis dan beranulasi jelas (Luc *et al.*, 2005). Nematoda jantan berbentuk seperti cacing (vermiform). Stilet jantan lebih panjang dibandingkan dengan stilet betina. Kerangka kepala nematoda jantan lebih kuat, dengan ekor pendek setengah melingkar. Jantan memiliki spikula yang kuat dan tidak mempunyai bursa (Eisenback *et al.*, 2003).

Kulit nematoda terdiri dari kutikula dan hypodermis. Kutikula terdiri dari zat-zat protein seperti keratin dan matrisin. Kutikula tidak berwarna, nematoda dapat bergerak seperti ular jika terdapat air. Rongga mulut nematoda parasit tumbuhan, memiliki stilet berlubang yang dapat ditarik atau dikeluarkan dengan gerakan urat-urat. Dengan stilet ini, nematoda menusuk sel dan isi sel-sel tumbuhan dapat diisap (Sastrahidayat, 1992).

#### 2.1.2 Bioekologi

Semua spesies nematoda puru akar memiliki siklus hidup yang sama. Siklus hidup *Meloidogyne* spp. terdiri dari enam tahapan, yaitu telur, juvenil I (J1) sampai juvenil IV (J4) dan nematoda dewasa (Gambar 1). Telur yang baru

dihasilkan nematoda mengandung zigot sel tunggal yang berkembang menjadi juvenil 1 (J1) dan mengalami pergantian kulit pertama di dalam telur tersebut (Dropkin, 1996). Tahap J1 dan J2 berupa cacing dan berkembang dalam telur. J2 muncul dari telur dan masuk kedalam tanah. Fase ini merupakan fase infeksi dari nematoda. Jika telah menemukan inang yang rentan, J2 akan masuk ke dalam akar, menetap dan tumbuh menebal seperti sosis. Nematoda kemudian mengalami ganti kulit kedua dan muncul menjadi J3, yang lebih gemuk dan kemudian mengalami ganti kulit ketiga dan muncul menjadi J4. Pada tahapan ganti kulit keempat dan terakhir, jantan muncul dari akar sebagai cacing dewasa yang hidup bebas di dalam tanah. Sementara betina terus tumbuh dan menebal, sedikit panjang dan tampak seperti buah pir. Betina terus berkembang dan mengalami pembuahan baik dengan atau tanpa jantan, menghasilkan telur yang diletakkan dalam lapisan pelindung yang berada di dalam atau diluar jaringan akar, tergantung posisi betina (Agrios, 2005).



Gambar 1. Siklus hidup *Meloidogyne* spp. (Agrios, 2005)

Lama setiap tahapan dari siklus hidup nematoda berbeda, hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembapan dan jenis tanaman inangnya. Nematoda

yang berada pada kondisi menguntungkan, seperti di daerah tropis, akan memiliki siklus hidup yang relatif singkat dan bisa menghasilkan beberapa generasi per musim (Coyne, 2014). Satu daur hidup telur sampai telur generasi berikutnya dapat diselesaikan dalam waktu 2-4 minggu pada kondisi lingkungan optimum, khususnya suhu, tetapi akan berlangsung lebih lama pada suhu yang lebih dingin. Stadia telur berlangsung selama 5 hari, telur disimpan di dalam kantung telur nematoda betina yang didalamnya terdapat matriks gelatin (Taylor, 1978). Selama hidupnya, nematoda betina akan terus-menerus menghasilkan telur hingga mencapai 1000 butir telur. Keberadaan nematoda akan merangsang sel-sel untuk membelah, sehingga terbentuk puru pada akar tanaman (Luc *et al.*, 1995).

### 2.1.3 Mekanisme Serangan Nematoda

Mekanisme infeksi oleh Nematoda Puru Akar dimulai dengan masuknya nematoda ke dalam akar tanaman melalui bagian-bagian epidermis yang terletak dekat tudung akar. Nematoda memerlukan bantuan enzim untuk bergerak dan berkembang biak di dalam sel inang. Enzim yang digunakan adalah enzim selulase, enzim endopektin metal transeliminase dan enzim proteolitik. Enzim-enzim tersebut dapat menguraikan dinding sel tumbuhan yang mengandung protein dan polisakarida menjadi bahan-bahan lain. Misalnya enzim selulase dapat menghidrolisis selulosa dan enzim endopektin metal transeliminase dapat menguraikan pektin. Sedangkan enzim proteolitik dapat mengurai protein. Penguraian protein dapat melepaskan asam indol asetat yang merupakan heteroauksin yang diduga membantu terbentuknya puru. Terurainya bahan-bahan penyusun dinding sel ini menyebabkan dinding sel akan rusak dan terbentuk luka (Mitkowski dan Abawi, 2003).

### 2.1.4 Gejala serangan

Nematoda dewasa terus-menerus bergerak tiap detik, tiap jam, tiap hari dan menetap di sekitar akar, dalam gerakan-gerakan tersebut nematoda menggigit dan menginjeksikan air ludah pada bagian akar tumbuhan. Hal ini menyebabkan sel tumbuhan menjadi rusak. Gejala kerusakan pada akar akibat gigitan nematoda ditandai dengan adanya puru akar (*gall*) (Nugrohorini, 2000).

Puru akar merupakan ciri khas dari serangan nematoda *Meloidogyne* spp. Puru akar tersebut terbentuk karena terjadinya pembelahan sel-sel raksasa pada jaringan tanaman sel-sel ini membesar dua atau tiga kali dari sel-sel normal. Selanjutnya akar yang terserang akan mati dan mengakibatkan pertumbuhan

tanaman terhambat. Respon tanaman terhadap nematoda puru akar merupakan respon dari seluruh bagian tanaman dan respon dari sel-sel tanaman, seluruh bagian tanaman memberikan respon terhadap infeksi dan menurunkan laju fotosintesis, pertumbuhan dan hasil (Robert, 2002). Gejala serangan *Meloidogyne* spp. ditunjukkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat akar tanaman yang mengalami pertumbuhan tidak normal dikarenakan masuknya nematoda kedalam jaringan. Gejala tersebut memperlihatkan perubahan ukuran akar menjadi berbintil dan membengkak, yang disebut puru akar.



Keterangan: Gambar yang ditunjuk oleh panah merah merupakan perbesaran dari gejala puru akar

Gambar 2. Gejala serangan *Meloidogyne* spp. berupa puru pada akar (Mitkowski dan Abawi, 2003)

Reaksi biokimia tanaman terhadap serangan nematoda puru akar ini adalah dengan terjadinya hipertropi dan hiperplasia. Hipertropi adalah ukuran sel dalam jaringan bertambah besar. Hiperplasia adalah jumlah sel dalam jaringan bertambah banyak. Contoh : Tanaman tomat yang terserang *Meloidogyne hapla*. *Meloidogyne* pada stadium II akan menyerang bagian ujung akar yang bersifat meristematik. Sel-sel ini akan selalu mengadakan pembelahan dan pembelahannya dikendalikan oleh senyawa IAA. Pada saat nematoda menyerang tanaman, dari kelenjar subdorsal dikeluarkan enzim protease. Enzim ini akan memecah protein menjadi asam amino. Salah satu jenis asam amino hasil pemecahan adalah triptofan. Triptofan diketahui sebagai prekursor terbentuknya



IAA. Terbentuknya IAA mengakibatkan peningkatan pembelahan sel. Oleh karena itu tanaman akan membentuk sel yang berukuran lebih besar (*giant cell*). Sebenarnya tujuan pembentukan puru ini bagi tanaman adalah untuk menghambat gerakan nematoda dalam jaringan (Nugrohorini, 2000).

## 2.2 Tumbuhan Paitan

### 2.2.1 Deskripsi Paitan

Tumbuhan paitan atau kembang bulan, atau bunga matahari Mexico diperkirakan berasal dari Meksiko, menyebar ke negara-negara tropika basah dan subtropika di Amerika Selatan, Asia, dan Afrika (Sonke, 1997). Menurut Hutapea (1994) klasifikasi paitan adalah sebagai berikut: Divisi Spermatophyta, Sub divisi Angiospermae, Kelas Dicotyledoneae, Bangsa Asterales, Suku Asteraceae, Marga *Tithonia*, Jenis *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray.

*Tithonia diversifolia* atau sering disebut dengan tanaman tithonia atau kipahit adalah tanaman liar yang banyak tumbuh di sekitar aliran sungai, pekarangan dan lahan pertanian. Tanaman ini dikategorikan sebagai gulma berdaun lebar yang memiliki pertumbuhan sangat cepat (Olabode *et al.* 2007). Di daerah Malang paitan banyak ditemukan di lahan kosong, persawahan dan di pinggiran jalan. Keberadaannya masih melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat sekitar (Gambar 3a).



Gambar 3. Tumbuhan paitan, a: keberadaannya di lapang, b: kenampakan daun, c: kenampakan bunga

Tumbuhan paitan merupakan tumbuhan perdu yang tegak dengan ketinggian lebih kurang 5 m. Batang tegak, bulat, berkayu, dan berwarna hijau. Daunnya tunggal, bertoreh sampai setengah panjang tulang daun, bergerigi, berseling, panjang 26-32 cm dan lebar 15-25 cm, ujung dan pangkal daun runcing,

pertulangan menyirip, berwarna hijau (Gambar 3b). Bunga merupakan bunga majemuk yang terdapat di ujung ranting, berbentuk cawan, tangkai bulat, kelopak berbentuk tabung, berbulu halus, hijau. Mahkota berlekatan, berbentuk pita, halus, dan berwarna kuning (Gambar 3c) (Widyaningrum, 2011). Tanaman ini biasanya dimanfaatkan sebagai tanaman pagar karena sifatnya yang tahan pangkas tapi ada juga yang dimanfaatkannya sebagai tanaman hias (Soergowinoto, 1975). Paitan merupakan salah satu gulma yang bermanfaat karena memiliki senyawa yang mampu menghambat perkembangan dan memutus siklus hidup serangga hama

### 2.2.2 Kandungan bahan aktif

Hasil penelitian Taofik *et al.* (2010) menyatakan bahwa ekstrak air paitan positif mengandung flavonoid, alkaloid dan tanin. Paitan sudah banyak digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan patogen tanaman karena tanaman ini mengandung senyawa flavonoid, tanin terpenoid, dan saponin yang mampu menurunkan intensitas serangan hama dan patogen (Adedire dan Akinneye 2004). Penelitian Mokodompit (2013) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun *T. diversifolia* berpengaruh terhadap penghambatan daya makan wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). Penghambatan makan tertinggi yaitu sebesar 88,57% terjadi pada konsentrasi 7% setelah 24 jam aplikasi.

Menurut Prarifitria (2006) dari hasil pengujian beberapa tumbuhan penghasil pestisida nabati, daun tanaman paitan yang diujikan terhadap *Plutella xylostella* merupakan jenis pestisida penolak. Tanaman paitan diketahui mengandung bahan beracun yang disebut asam palmitat. Senyawa asam palmitat bersifat *repellent* (penolak) serta berpengaruh terhadap saraf dan metabolisme. Tukimin (2002) menyatakan bahwa larva yang terkena ekstrak daun paitan menyebabkan sistem syaraf larva terganggu sehingga tidak dapat melakukan aktivitas makan dan gerak yang mengakibatkan seluruh sirkulasi dalam tubuh akan terganggu sehingga larva mati.

Senyawa yang terkandung dalam paitan seperti flavonoid dan terpenoid juga diketahui mampu mempengaruhi sistem fisiologis mikroba seperti nematoda. Terpenoid diketahui dapat menjadi racun kontak dan racun perut bagi beberapa jenis serangga. Keberadaan terpenoid akan mengganggu sistem syaraf serangga, dan menyebabkan kematian. Selain itu terdapat senyawa saponin. Saponin bersifat toksik terhadap hewan berdarah dingin. Saponin juga dapat menurunkan tegangan permukaan membran sel sehingga permeabilitas membran sel



meningkat. Saat permeabilitas membran meningkat secara tidak terkendali maka akan terjadi kebocoran sel, selanjutnya terjadi kematian Menurut (Sachs *et al.*, 1996 dalam Oktafiyanto *et al.*, 2016)

## 2.3 Tanaman Tomat

### 2.3.1 Deskripsi Tanaman Tomat

Tanaman tomat merupakan tanaman hortikultura yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Buah ini memiliki nilai ekonomis tinggi dikarenakan selain dikonsumsi sebagai buah segar atau untuk bumbu masakan, juga banyak digunakan untuk kepentingan bahan baku industri makanan olahan seperti minuman sari buah atau saus tomat (Wasonowati, 2011), serta industri obat-obatan dan kosmetik (Wijayanti dan Susila, 2013)

Tanaman tomat merupakan tanaman dengan biji berkeping (Dikotil) dan termasuk kedalam Famili Solanaceae. Tanaman tomat terdiri atas bagian-bagian akar, batang, daun, dan bunga. Bagian-bagian tubuh tanaman tersebut sangat berperan dalam aktivitas hidup tanaman tomat, seperti penyerapan, respirasi, fotosintesis, pengangkutan zat makanan, dan perkembangbiakan. Tanaman tomat merupakan tanaman yang memiliki 2 perakaran tunggang dengan akar samping yang banyak dan dangkal. Batang tanaman tomat berwarna hijau, berbentuk persegi empat hingga bulat serta bagian permukaan batangnya ditumbuhi bulu dan tinggi batang mencapai 2-3 m (Trisnawati dan Setiawan, 2005). Tanaman tomat memiliki daun yang berwarna hijau dan berbentuk oval, dengan bagian tepi daun bergigi. Bunga pada tanaman tomat merupakan bunga majemuk yang terdiri dari 4-14 rangkaian bunga per tanaman. Mahkota bunga berjumlah 6, bertangkai pendek, dan berwarna kuning cerah (Purwati dan Khairunisa, 2007)

Tanaman tomat dapat tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan yang beragam. Untuk menghasilkan produksi yang optimal tanaman tomat membutuhkan lingkungan yang memiliki sistem perairan dan sinar matahari yang cukup. Pengairan yang berlebihan dapat menyebabkan kelembaban tanah disekitar tanaman menjadi meningkat dan dapat menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit. Curah hujan yang optimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman tomat antara 100-120 mm/hujan dengan temperatur ideal antara 25-30°C. untuk proses pembungaan, tanaman tomat membutuhkan temperatur malam hari sekitar 15-20°C (Purwati dan Khairunisa, 2008).

### 2.3.2 Gejala Tanaman Tomat yang Terserang Nematoda

Tipe gejala dari serangan nematoda dapat dibedakan menjadi dua, yaitu diatas permukaan tanah dan dibawah permukaan tanah. Nematoda yang diinfestasikan pada akar umumnya meningkatkan kekerdilan dan layu dini serta klorosis daun (daun menguning), serta gejala lain yang merupakan karakteristik kekurangan unsur hara (Noling, 2009). Gejala di atas permukaan tanah biasanya mengakibatkan pengerdilan, klorosis (menguning) pada daun bawah (gejala defisiensi nitrogen) (Gambar 4), dan pengurangan hasil yang sering memburuk seiring waktu. Tanaman dapat layu selama panasnya hari, terutama di bawah kondisi kering atau di tanah yang lebih berpasir (Seebold, 2014).

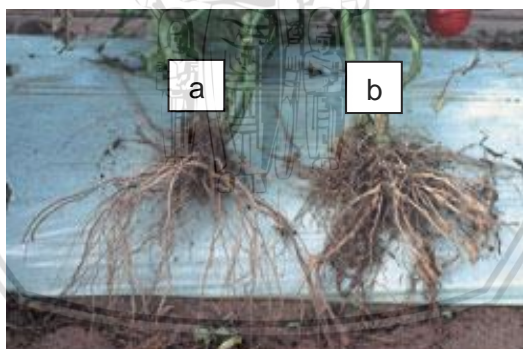


Gambar 4. Tanaman tomat yang menunjukkan gejala layu dan menguning akibat infeksi nematoda puru akar (Seebold, 2014)

Munculnya gejala pada tanaman berkaitan dengan tingkat kepadatan nematoda, kerentanan tanaman dan kondisi lingkungan. Misalnya, dibawah investasi nematoda yang berat, bibit tanaman mungkin gagal untuk berkembang, mempertahankan kondisi yang kerdil atau mati, menyebabkan buruknya perkembangan tanaman. dibawah kondisi infestasi nematoda yang ringan, gejala yang ditunjukkan bisa tertunda hingga kemudian di musim panen setelah sejumlah siklus reproduksi nematoda selesai. Dalam hal ini, gejala-gejala diatas permukaan tanah tidak akan selalu mudah terlihat diawal perkembangan tanaman, tetapi oleh waktu dan berkurangnya fungsi sistem perakaran, maka gejala akan muncul menjadi lebih jelas.

Serangan nematoda pada akar menyebabkan berkurangnya volume dan efisiensi fungsi sistem perakaran. Gambar 5 menunjukkan gejala serangan nematoda puru akar pada akar tanaman tomat. Akar tanaman yang sehat terlihat lebih panjang (Gambar 5a), sedangkan akar yang terserang berat lebih pendek

daripada akar yang sehat dengan sedikit akar lateral dan rambut akar (Gambar 5b). Di bawah tanah, gejala nematoda puru akar cukup khas. Puru mulai dari 1 hingga 10 mm diameter, muncul seluruh akar. Pada infestasi yang parah, serangan berat nematoda puru akar dapat menyebabkan akar membusuk, meninggalkan sistem perakaran yang buruk dengan beberapa puru berukuran besar (DAF, 2012). Gangguan pada sistem perakaran ini menyebabkan berkurangnya penyerapan air dan nutrisi dari dalam tanah sehingga menimbulkan gejala yang tampak seperti malnutrisi dan kekurangan air. Hal ini menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (kerdil), daun layu pada siang hari, menguning, gugur dan akhirnya mengurangi jumlah bunga dan buah (Singh and Sitaramaiah, 1994). Akar tanaman yang terserang nematoda akan menjadi membengkak, atau memanjang dengan besar bervariasi, ini disebabkan adanya nematoda betina, telur, dan larva. Betina yang dewasa akan menimbulkan pembengkakan pada akar tanaman, sedangkan nematoda jantan akan menimbulkan bisul-bisul yang berbau busuk pada akar, ini disebabkan karena adanya air ludah atau kotoran atau nematoda yang bisa menyebabkan hipertropi (Sastrahidayat, 1990).



Gambar 5. Akar tomat, a: perakaran yang sehat, b: perakaran yang terserang nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. (DAF, 2012)

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Nematologi dan Laboratorium Toksikologi Pestisida Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian (FP), Universitas Brawijaya (UB), Malang. Penanaman tomat dilaksanakan di *green house* FP UB pada bulan April sampai dengan bulan Oktober 2017. Pengujian fitokimia ekstrak daun paitan dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Vacuum Rotary Evaporator*, botol media ukuran 250 ml, *orbital shaker*, tabung ukur, cawan petri, pisau, *beaker glass* ukuran 250 ml dan 600 ml, timbangan, corong, pipet tetes, blender, mikroskop binokuler, saringan ukuran 270 dan 400 mesh, *handcounter*, *polybag*, tray pembibitan, plastik tahan panas, kain kasa, kertas saring, kertas label, spuit suntik, jarum peniti, kompor dan panci kukusan.

Bahan yang digunakan adalah benih tomat varietas Servo, akar tomat yang terserang nematoda puru akar, daun paitan, media tanam, metanol 95%, aquades, klorok (NaOCl) 0,5%.

#### 3.3 Persiapan Penelitian

##### 3.3.1 Penyediaan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Tanah yang digunakan sebagai media tanam berasal dari Daerah Sukun, Malang, sedangkan kompos didapatkan dari UPT Kompos Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Tanah yang didapat dari lahan kemudian dihancurkan dan diayak. Kemudian tanah dan kompos dicampur dan disterilisasi. Semua media tanam yang digunakan disterilkan terlebih dahulu untuk menghindari tertularnya penyakit pada tanaman yang terbawa atau terkandung pada media tanam. Sterilisasi dilakukan dengan memasukkan media tanam ke dalam plastik tahan panas, selanjutnya dikukus menggunakan panci pengukus dengan suhu 100°C, selama 1 jam (Vina, 2016). Tanah yang telah disterilkan siap diisikan ke dalam tray pembibitan dan dalam *polybag*. Tanah yang sudah disterilkan juga digunakan untuk uji fitotoksisitas pada bibit tanaman tomat.

### 3.3.2 Penyediaan Bibit Tomat

Penyemaian benih tomat dilakukan pada tray pembibitan untuk mendapatkan bibit tomat umur 3 minggu. Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat Varietas Servo. Varietas ini merupakan varietas tomat yang banyak ditanam oleh petani di daerah Malang. Selain itu pemilihan tomat varietas Servo sebagai benih dikarenakan pada beberapa lahan pengambilan sampel tanaman tomat yang terserang nematoda puru akar beberapa diantaranya menggunakan varietas tersebut.

Bibit tomat yang telah berumur 3 minggu, kemudian dipindahkan kedalam polybag sampai berumur 3 minggu setelah tanam (MST) untuk perbanyakan nematoda dan pengujian dalam rumah kaca.

### 3.3.3 Penyediaan Ekstrak Daun Paitan

#### a. Pengambilan bahan dari Lapang

Daun paitan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh disekitar Lahan Karangploso, Kabupaten Malang. Daun yang dipilih adalah daun yang tidak terlalu tua dan juga tidak terlalu muda. Daun paitan yang didapat kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel. Selanjutnya daun dikeringanginkan selama  $\pm 2$  minggu untuk menghilangkan kadar air pada daun. Daun yang sudah kering lalu dihaluskan dengan menggunakan blender untuk memperoleh daun yang berukuran kecil (serbuk).

#### b. Pembuatan Ekstrak

Metode yang digunakan dalam pembuatan ekstrak ini adalah metode maserasi atau perendaman. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang paling sederhana. Metode ini mengacu pada penelitian Arneti dan Santoni (2006) yang menggunakan perbandingan berat bahan dan pelarut 1:10. Serbuk daun paitan ditimbang dengan berat 25 gr dan dimasukkan kedalam botol media ukuran 250 ml. Kemudian ditambahkan metanol 95% sebagai pelarut sebanyak 250 ml. Pelarut metanol merupakan pelarut yang paling banyak digunakan dalam proses isolasi senyawa organik bahan alam karena dapat melarutkan golongan metabolit sekunder (Darwis, 2000). Daun paitan dikocok menggunakan *orbital shaker* selama 24 jam untuk mendapatkan sari bioaktif yang terlarut oleh larutan metanol. Sari ekstrak daun paitan di saring dengan menggunakan kertas saring. Ekstrak daun paitan didestilasi menggunakan *Vacuum Rotary Evaporator* untuk mendapatkan bioaktif murni dan memisahkan bioaktif dengan metanol. Kemudian



ekstrak yang sudah didestilasi dipindahkan dalam botol kaca dan disimpan dalam lemari pendingin.

### c. Uji Fitokimia

Pengujian fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa organik yang terkandung pada ekstrak paitan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa dalam ekstrak paitan yang dihasilkan benar terkandung senyawa organik yang ingin didapatkan. Pembuatan ekstrak paitan untuk pengujian dilakukan secara mandiri di Laboratorium Toksikologi Pestisida Universitas Brawijaya. Setelah itu dilakukan uji fitokimia secara kualitatif di Laboratorium Teknik Kimia politeknik Negeri Malang.

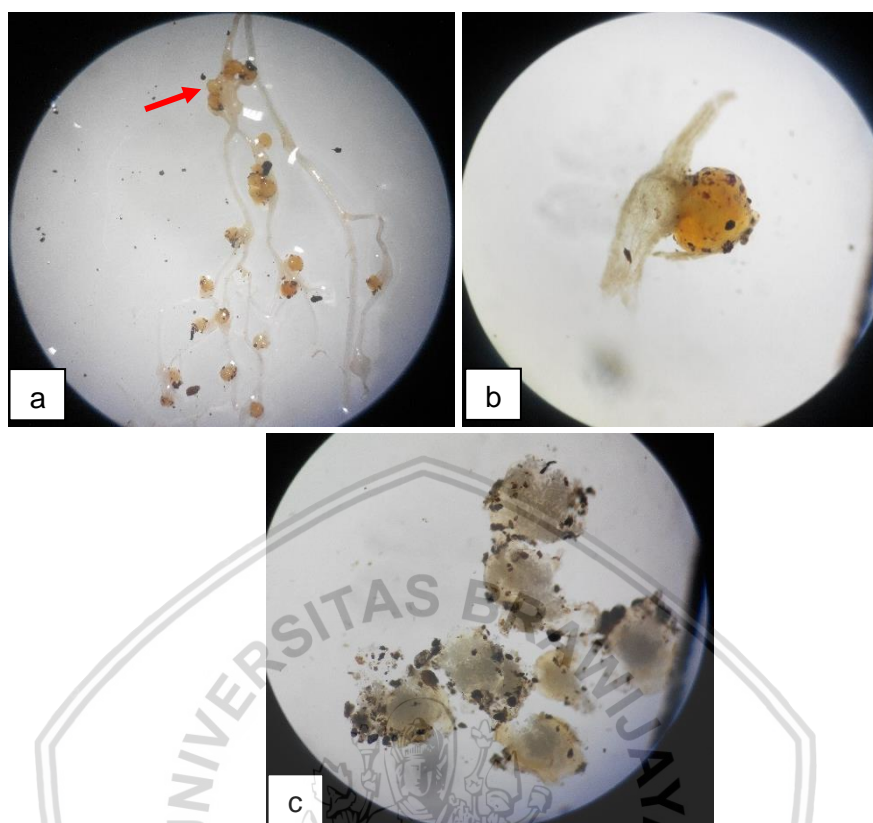
### 3.3.4 Penyediaan Inokulum

#### a. Perbanyakan *Meloidogyne* spp.

Sumber inokulum nematoda diambil dari tanaman tomat yang terserang nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. Tanaman yang terserang memiliki gejala terbentuknya puru pada akar. Sumber Inokulum diperoleh dari lahan tanaman tomat di Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Kemudian akar tanaman tomat yang didapatkan dari lahan dibawa ke laboratorium untuk diekstraksi. Ekstraksi dilakukan dengan mencuci akar tomat yang terdapat puru, kemudian dipotong dengan ukuran 0,5-1 cm. Akar (puru) dicuci dengan klorok ( $\text{NaOCl}$  0,5%) kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 600 ml dan disaring dengan menggunakan saringan kasar 270 mesh dan dilanjutkan dengan menggunakan saringan halus 400 mesh (Nailufar, 2007). Suspensi telur yang didapat kemudian diinokulasikan pada tanaman tomat yang sudah berumur 3 minggu untuk perbanyakan nematoda. Tanaman tomat dipelihara sampai umur 30 hari setelah inokulasi dan dilakukan pemeliharaan dengan penyiraman setiap pagi.

#### b. Pengumpulan Massa Telur dan Juvenil II *Meloidogyne* spp.

Tanaman tomat yang telah terinfeksi nematoda setelah 30 hari dibongkar dan kemudian diambil akarnya untuk dicuci agar bersih dari sisa tanah yang menempel pada akar (Gambar 6a). Pengambilan massa telur dilakukan dengan cara membedah menggunakan jarum peniti, dipisahkan dari nematoda betina (Gambar 6b) kemudian massa telur tersebut dikumpulkan dalam petri berisi akuades (Gambar 6c). Massa telur yang sudah terkumpul dicuci dengan klorok, lalu massa telur dibilas kembali dengan akuades untuk menghilangkan bau klorok.



Gambar 6. Massa telur, a: pada perakaran, b: telah dipisahkan dari nematoda betina, c: kumpulan massa telur yang telah dipisahkan dari betina

Massa telur yang sudah bersih dimasukkan dalam petri berisi aquades, kemudian massa telur dipecahkan dengan menggunakan jarum untuk mendapatkan telur. Massa telur yang telah dipecah akan mengeluarkan telur secara bergerombol, kemudian petri digoyangkan untuk memisahkan telur dengan massa telur. Selanjutnya suspensi berisi telur nematoda dituang dalam gelas ukur ukuran 250 ml dan ditambah air secukupnya kemudian diinkubasikan selama 7 hari sampai telur menetas menjadi J2 yang nantinya akan digunakan dalam penelitian.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Percobaan di Laboratorium

Percobaan di laboratorium bertujuan untuk mengetahui efek pemberian ekstrak daun paitan (EDP) terhadap mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. sebelum diujikan di lapang. Percobaan laboratorium dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan 5 tingkat konsentrasi ekstrak daun paitan dan 1 kontrol, yang diulang sebanyak 5 kali (Tabel 1).



Tabel 1. Perlakuan konsentrasi ekstrak paitan dalam percobaan di laboratorium

No	Kode Perlakuan	Keterangan
1	EDP0%	Kontrol (akuades)
2	EDP5%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 5%
3	EDP10%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 10%
4	EDP15%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 15%
5	EDP20%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 20%
6	EDP25%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 25%

Pada percobaan dalam Laboratorium dilakukan pengujian pada juvenil II (fase infeksi). Juvenil II yang telah terkumpul dalam cawan petri diambil  $\pm 1$  ml dan dipindahkan pada cawan petri baru dengan menggunakan pipet tetes, kemudian dihitung sebanyak 100 juvenil dibawah mikroskop. Ekstrak daun paitan yang telah dibedakan atas beberapa konsentrasi ditambahkan sebanyak 3 ml pada masing-masing petri bersisi juvenil II. Pemberian ekstrak dengan volume 3 ml bertujuan untuk memudahkan dalam penghitungan juvenil yang mati ketika diamati.

Adapun variabel yang diamati pada saat percobaan di laboratorium adalah mortalitas juvenil II *Meloidogyne* spp. Pengamatan dilakukan pada interval waktu 6, 12 dan 24 jam dengan menghitung kematian juvenil pada setiap interval waktu. Juvenil yang mati ditandai dengan tidak adanya pergerakan tubuh. Tingkat mortalitas juvenil dapat dihitung menggunakan rumus Sun *et al.*, (2006) sebagai berikut:

$$\% \text{ Mortalitas} = \frac{\sum \text{Juvenil II yang mati}}{\sum \text{Juvenil II yang diuji tiap perlakuan}} \times 100\%$$

Apabila pada kontrol terdapat kematian Juvenil II *Meloidogyne* spp. tidak lebih dari 20%, maka perlu dilakukan perhitungan persen mortalitas terkoreksi dengan rumus Abbott (1925) sebagai berikut:

$$P = \frac{X - Y}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Mortalitas terkoreksi

X = Juvenil II *Meloidogyne* spp. yang hidup pada kontrol

Y = Juvenil II *Meloidogyne* spp yang hidup pada perlakuan

### 3.4.2 Percobaan semi lapang

Percobaan semi lapang dilakukan dalam *green house*, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan berupa 6 tingkat konsentrasi ekstrak daun paitan dan 1 kontrol (akuades) (Tabel 2). Perlakuan 6 tingkat konsentrasi ekstrak daun paitan didapatkan dari 3 konsentrasi terbaik dari percobaan laboratorium dan 3 konsentrasi yang ditingkatkan. Pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali sehingga didapatkan total kombinasi perlakuan adalah 28 tanaman.

Tabel 2. Perlakuan konsentrasi ekstrak paitan dalam percobaan di *green house*

No	Kode Perlakuan	Keterangan
1	EDP0%	kontrol (akuades)
2	EDP15%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 15%
3	EDP20%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 20%
4	EDP25%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 25%
5	EDP30%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 30%
6	EDP35%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 35%
7	EDP40%	Ekstrak daun paitan konsentrasi 40%

Percobaan dilapang dilakukan dalam *green house* yang berada di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Tanaman yang digunakan sebagai inang adalah tanaman tomat karena tanaman tomat merupakan tanaman yang termasuk dalam Famili Solanaceae yang merupakan inang utama *Meloidogyne* spp. Tanaman tomat yang sudah berumur 1 bulan diinokulasikan J2 *Meloidogyne* spp. Sebanyak 500 J2 per polybag. Perhitungan juvenil dilakukan dengan cara mengamati jumlah J2 dalam 1 ml larutan nematoda dibawah mikroskop binokuler lalu dikalibrasi sebanyak 10 kali ulangan. Hasil perhitungan 500 J2 *Meloidogyne* spp. diinokulasikan didekat akar tanaman dengan jarak 1 cm dengan menggunakan spuit suntik ukuran 25 ml. Untuk memudahkan proses inokulasi, sebelum diinokulasikan terlebih dahulu tanah di dekat akar dilubangi dengan kedalaman  $\pm$  10 cm dan berdiameter 1 cm, setelah inokulasi, lubang ditutup kembali dengan tanah (Barker, 1985).

Penyiraman dilakukan dengan menggunakan ekstrak daun paitan dari berbagai macam konsentrasi pada 2 hari setelah inokulasi *Meloidogyne* spp. Pemberian ekstrak dilakukan 1 kali dalam seminggu sebanyak 50 ml ekstrak tiap-

tiap polybag. Penyiraman menggunakan air juga dilakukan setiap hari pada pagi atau sore hari tergantung kondisi kelembaban tanah.

Pengamatan dilakukan 2 minggu dan 4 minggu setelah aplikasi ekstrak daun paitan. Pada saat percobaan di lapang (dalam rumah kaca) pengamatan dilakukan dengan cara destruktif yaitu dengan membongkar tanaman tomat untuk kemudian dilakukan pengamatan.

### 3.4.3 Uji Fitotoksisitas pada Bibit Tomat

Uji fitotoksisitas digunakan untuk mengetahui efek toksik yang ditimbulkan dari pemberian ekstrak daun paitan terhadap bibit tanaman tomat. Pengujian fitotoksisitas dilakukan dengan cara menyiramkan 10 ml ekstrak daun paitan pada bibit tanaman tomat masing-masing pada konsentrasi 15, 20, 25, 30, 35 dan 40%. Penyiraman menggunakan spuit suntik dan diaplikasikan disekitar batang bawah bibit tomat.

Gejala fitotoksisitas diamati sehari setelah aplikasi ekstrak. Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati bagian helai daun yang mengalami nekrosis atau pengerutan (Isnaeni, 2006). Uji fitotoksisitas digunakan sebagai acuan konsentrasi ekstrak daun paitan yang aman digunakan untuk tanaman.

## 3.5 Analisis Data

Semua data yang diperoleh dari pengamatan Mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. dianalisis menggunakan analisis ragam. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% menggunakan menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel 2016 dengan program tambahan DSAASTAT versi 1.101. Selanjutnya dilakukan analisis probit menggunakan perangkat lunak Probit Hsin Chi untuk memperoleh nilai *Median Lethal Concentration* ( $LC_{50}$ ) dan *Median Lethal Time* ( $LT_{50}$ ).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas Juvenil II *Meloidogyne* spp.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun paitan pada konsentrasi 0, 5, 10, 15, 20 dan 25% memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tingkat mortalitas Juvenil II (J2) *Meloidogyne* spp. pada pengamatan 6 jam ( $F_{5, 24}=77,00$ ;  $P<0,0001$ ), 12 jam ( $F_{5, 24}=109,47$ ;  $P<0,0001$ ), dan 24 jam ( $F_{5, 24}=122,95$ ;  $P<0,0001$ ) setelah aplikasi ekstrak. Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% pada pengamatan 6 JSA, 12 JSA dan 24 JSA seluruh perlakuan ekstrak daun paitan berbeda nyata dengan kontrol (0%). Sedangkan pada pengamatan 6 JSA dan 12 JSA perlakuan 20% dengan 25% tidak berbeda nyata dan pada pengamatan 24 JSA perlakuan 10% dan 15% tidak berbeda nyata. Pada rentang pengamatan yang telah dilakukan selama 24 jam, nilai mortalitas tertinggi J2 *Meloidogyne* spp. diperoleh pada pemberian ekstrak daun paitan dengan konsentrasi 25% pada 24 JSA yaitu sebesar 79,59% (Tabel 3).

Tabel 1. Rerata persentase mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. berbagai konsentrasi ekstrak daun paitan pada pengamatan 6 JSA, 12 JSA dan 24 JSA

Perlakuan	Persentase Mortalitas (%)		
	6 JSA	12 JSA	24 JSA
Kontrol	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
EDP 5%	16.58 ± 3.21 b	25.82 ± 1.87 b	38.29 ± 1.82 b
EDP 10%	21.46 ± 6.46 c	28.38 ± 6.38 b	41.08 ± 5.76 bc
EDP 15%	29.12 ± 4.49 d	36.23 ± 5.39 c	46.97 ± 5.94 c
EDP 20%	32.89 ± 5.03 de	39.67 ± 5.67 cd	54.14 ± 9.84 d
EDP 25%	37.29 ± 6.18 e	41.53 ± 8.46 d	79.59 ± 6.11 e

Keterangan:

- JSA (Jam Setelah Aplikasi)
- Data persentase mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. sebelum dianalisa, ditransformasi ke Arcsin
- Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada uji BNT pada taraf 5%

Dari seluruh perlakuan tersebut terlihat bahwa nilai mortalitas meningkat setiap peningkatan konsentrasi ekstrak yang diberikan, dan mortalitas juga meningkat pada tiap waktu pengamatan, sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan dan semakin lama waktu pengamatan, mortalitas akan semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun paitan yang diberikan maka J2 *Meloidogyne* spp. akan semakin cepat mengalami

kematian. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan senyawa aktif dari ekstrak daun paitan yang bersifat menghambat perkembangan nematoda. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, berarti semakin banyak kandungan senyawa bioaktif yang bersifat toksik sehingga berpotensi lebih cepat untuk membunuh nematoda. Primari (2008) mengemukakan bahwa kandungan senyawa aktif dalam suatu bahan akan semakin banyak bersama dengan semakin tingginya tingkat kepekatan suatu bahan, dengan demikian bahan tersebut akan semakin efektif dalam membunuh hama. Mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. akan semakin meningkat seiring dengan pemberian tingkat konsentrasi ekstrak yang semakin tinggi pula (Huzni, 2015).

Kematian J2 *Meloidogyne* spp. diduga disebabkan karena senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak daun paitan. Hasil uji fitokimia terhadap senyawa Alkaloid, Flavonoid, Saponin dan Tanin adalah ekstrak daun paitan yang digunakan dalam penelitian ini positif mengandung Flavonoid dan Tanin, sedangkan pada Alkaloid dan Saponin menunjukkan hasil negative. Menurut Taofik (2010), Ekstrak daun paitan positif mengandung senyawa Alkaloid, Flavonoid, dan Tanin. Perbedaan hasil dalam analisis fitokimia ini, tampaknya disebabkan karena cara yang kurang tepat dalam proses pembuatan ekstrak sehingga senyawa yang seharusnya ada dalam ekstrak tidak bisa diperoleh. Ketidaktepatan yang dialami saat pembuatan ekstrak antara lain saat melakukan evaporasi ekstrak menggunakan *Vacuum Rotary Evaporator*. Alat yang digunakan untuk menguapkan ekstrak mengalami kerusakan pada rotary yang harus diputar secara manual. Sehingga waktu yang dibutuhkan penulis untuk menghentikan proses pembuatan ekstrak tidak tentu, proses dihentikan hanya dengan mengira-ngira ketika tidak ada lagi pelarut yang menetes pada labu penampung. Selain karena ketidaktepatan saat mengekstraksi, hal lain yang mungkin menjadi penyebab uji fitokimia terhadap alkaloid dan saponin menunjukkan hasil negatif adalah pengaruh dari lokasi pengambilan bahan sampel penelitian, yang mempengaruhi laju metabolisme pertumbuhannya. Robinson (1991) menyatakan bahwa kadar alkaloid (senyawa metabolit sekunder) yang dihasilkan oleh tumbuhan hijau tidak sama pada semua jaringan dan pada setiap tahap pertumbuhan serta lokasi geografis yang mempengaruhinya.

Kemampuan untuk mematikan nematoda disebabkan karena ekstrak daun paitan memiliki beberapa kandungan senyawa yang bersifat toksik dapat dapat



mematikan suatu hama (Taofik, 2010). Senyawa aktif yang menunjukkan hasil positif pada saat uji fitokimia kualitatif adalah flavonoid dan tanin. Menurut Cahyadi (2009) senyawa flavonoid dapat bertindak sebagai *stomach poisoning* atau racun perut. Oleh karena itu, bila senyawa flavonoid tersebut masuk ke dalam tubuh larva maka alat pencernaannya akan terganggu. Selain itu, senyawa tersebut menghambat reseptor perasa pada daerah mulut larva. Hal ini mengakibatkan larva gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali makanannya sehingga larva mati kelaparan. Racun perut akan mempengaruhi metabolisme larva setelah memakan racun. Racun akan masuk ke dalam tubuh dan diedarkan bersama darah. Racun yang terbawa darah akan mempengaruhi sistem saraf larva dan kemudian akan menimbulkan kematian (Prabowo, 2010). Senyawa flavonoid mempunyai sifat lipophilic yang dapat meleburkan membran sitoplasmik sel nematoda dan mengganggu fungsional struktur enzim protein dari nematoda (Knobloch *et al.*, 1989; Trifonova dan Atanasov, 2009). Sinaga (2009) melaporkan bahwa senyawa flavonoid memiliki fungsi sebagai larvasida, sehingga dapat digunakan untuk membunuh J2 *Meloidogyne* spp.

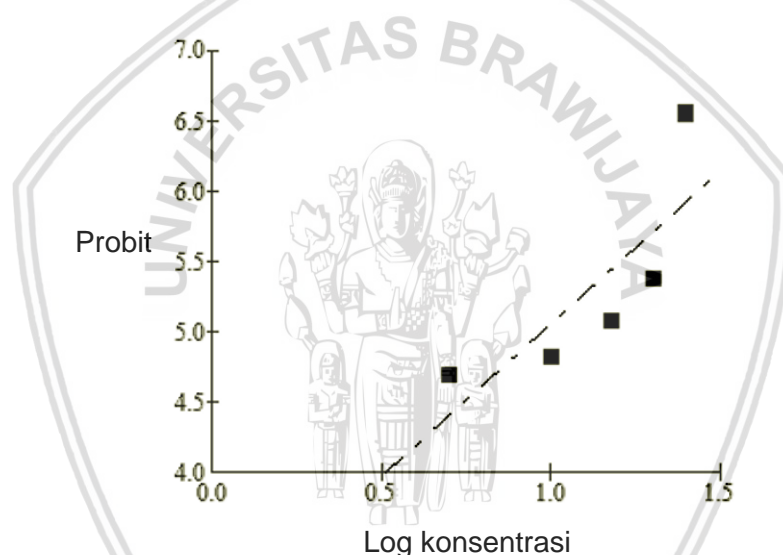
Tanin merupakan komponen yang berperan sebagai pertahanan tanaman terhadap serangga yaitu dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tanin mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu (Yunita *et al.* 2009). Tanin dapat menghambat sistem enzimatik nematoda dan bereaksi dengan protein penyusun sel-sel sehingga dapat mengurangi kemampuan nematoda dalam menginfeksi akar (Lopez *et al.*, 2005). Selain itu, senyawa tanin dapat memblokir respon otot nematoda terhadap asetilkolin sehingga nematoda menjadi lumpuh dan mati. Pada tubuh nematoda, protein merupakan komponen penyusun kutikula, otot, jaringan yang lain, serta berperan dalam pergantian kulit dan produksi telur, sedangkan lipida berfungsi untuk melindungi tubuh nematoda dan sebagai sumber energi (Mulyadi, 2009).

#### **4.2 Nilai Median Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>) dan Median Lethal Time (LT<sub>50</sub>)**

##### **Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas Juvenil II *Meloidogyne* spp.**

Berdasarkan hasil analisis probit yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi probit Hsin Chi didapatkan nilai LC<sub>50</sub> terletak pada konsentrasi 9,37%

dengan persamaan garis regresi yang ditunjukkan adalah  $Y = 1,879x + 3,142$ . Persamaan regresi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan koefisien  $x$  (konsentrasi) akan meningkatkan nilai  $y$  (probit mortalitas J2 *Meloidogyne* spp.) sebesar 3,142. Gambar 7 merupakan grafik linier yang menunjukkan bahwa pada setiap peningkatan persentase konsentrasi telah meningkatkan daya moortalitas pada J2 *Meloidogyne* spp. Pada pengujian terhadap J2 *Meloidogyne* spp. ekstrak daun paitan dengan konsentrasi 9,37% sudah dapat mempengaruhi mortalitas sebesar 50%. Nilai  $x^2$  hitung adalah 28,68 dan  $x^2$  tabel adalah 3,84. Nilai  $x^2$  hitung yang lebih besar daripada  $x^2$  tabel, hal ini berarti setiap perlakuan dari konsentrasi ekstrak daun paitan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat mortalitas J2 *Meloidogyne* spp.



Gambar 1. Hubungan probit mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. dengan log konsentrasi ekstrak daun paitan pada waktu 24 jam

*Median Lethal Time* ( $LT_{50}$ ) merupakan nilai waktu yang diperkirakan dapat membunuh 50% hewan uji. Berdasarkan hasil percobaan diketahui bahwa nilai  $LT_{50}$  paling rendah terdapat pada perlakuan ekstrak daun paitan sebanyak 25%, dan  $LT_{50}$  paling tinggi terdapat pada perlakuan ekstrak daun paitan 5%. Hal tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun paitan maka semakin rendah  $LT_{50}$  mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. (Tabel 4).



Tabel 2. Nilai  $LT_{50}$  J2 terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp. setelah aplikasi ekstrak daun paitan

No	Perlakuan	Nilai $LT_{50}$ (Jam)	Persamaan Regresi	Df	$X^2$ hitung	$X^2$ Tabel
1	EDP 5%	35,44	$Y = 1,836x + 2,154$	1	1,53	3,84
2	EDP 10%	32,34	$Y = 1,610x + 2,567$	1	0,48	3,84
3	EDP 15%	21,73	$Y = 1,358x + 3,183$	1	0,11	3,84
4	EDP 20%	14,80	$Y = 1,566x + 3,166$	1	1,16	3,84
5	EDP 25%	9,64	$Y = 2,826x + 2,217$	1	19,11	3,84

Perbedaan nilai  $LT_{50}$  J2 *Meloidogyne* spp. tampaknya disebabkan oleh berbagai konsentrasi ekstrak daun paitan yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun paitan semakin banyak kandungan bahan aktif yang ada didalamnya, sehingga semakin besar potensi J2 *Meloidogyne* spp. mengalami mortalitas. Nilai  $LT_{50}$  mempengaruhi lama hidup J2 *Meloidogyne* spp. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun paitan,  $LT_{50}$  semakin rendah yang artinya mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. terjadi semakin cepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan. Berdasarkan hasil percobaan diketahui bahwa menunjukkan nilai  $LT_{50}$  yang paling efektif dalam mempengaruhi mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. adalah 9,64 jam pada perlakuan 25% konsentasi ekstrak daun paitan, artinya bahwa dalam waktu 9,64 jam sudah dapat menyebabkan mortalitas sebesar 50%, dengan persamaan garis regresi  $Y = 2,826x + 2,217$  yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan koefisien x (waktu) akan meningkatkan nilai koefisien y (probit) yaitu mortalitas J2 *Meloidogyne* spp sebesar 2,217. Nilai yang paling rendah menunjukkan waktu yang paling efektif digunakan, karena nilai yang paling rendah menunjukkan semakin cepat waktu yang digunakan untuk membunuh 50% J2 *Meloidogyne* spp. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diaplikasikan, maka waktu yang diperlukan untuk membunuh nematoda akan semakin cepat. Hal ini sesuai dengan Hidayatullah *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa Besarnya konsentrasi yang diberikan menyebabkan kandungan racun yang terpajan pada larva uji semakin tinggi, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membunuh larva menjadi semakin cepat.

### 4.3 Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Paitan pada Tanaman Tomat dalam Rumah Kaca

Hasil pengujian ekstrak daun paitan pada tanaman tomat dalam rumah kaca menunjukkan bahwa beberapa tanaman tomat pada perlakuan pemberian ekstrak daun paitan (EDP) konsentrasi 30%, 35% dan 40% mengalami gejala abnormal yaitu tanaman layu dan rebah. Sedangkan pada tanaman tomat yang lain yaitu pada perlakuan pemberian ekstrak daun paitan konsentrasi 15%, 20% dan 25%, serta perlakuan kontrol terlihat normal, tidak nampak gejala layu dan rebah. Hal ini diduga merupakan gejala fitotoksisitas. Fitotoksisitas adalah potensi terjadinya keracunan pada tanaman pokok akibat aplikasi dari input eksternal baik input fisik, input kimia, dan input biologi (Khairani, 2014). Pendugaan tersebut dikarenakan tanaman yang mati hanya terdapat pada perlakuan pemberian ekstrak daun paitan dengan konsentrasi tinggi, yaitu konsentrasi 30%, 35% dan 40%. Penggunaan konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Ilori *et al.*, 2007). Tabel 5 menunjukkan total tanaman tomat yang rebah yang diduga mengalami gejala keracunan akibat aplikasi ekstrak daun paita, serta tanaman yang sehat..

Tabel 5. Jumlah tanaman tomat yang sehat dan yang mengalami gejala fitotoksisitas

Perlakuan	Tanaman sehat	Tanaman bergejala fitotoksisitas	Total tanaman
Kontrol	8	0	8
EDP 15%	8	0	8
EDP 20%	8	0	8
EDP 25%	8	0	8
EDP 30%	6	2	8
EDP 35%	0	8	8
EDP 40%	2	6	8
Total	40	16	56

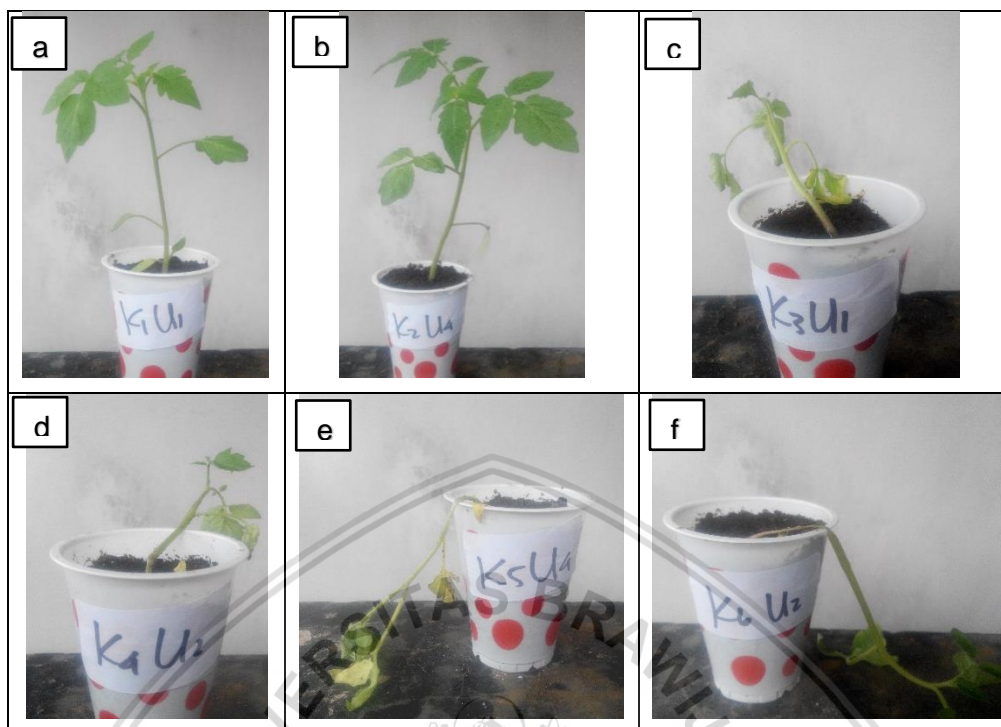
Tanaman yang rebah akibat gejala fitotoksisitas berjumlah 16, dari total tanaman tomat yang ditanam sebanyak 56 tanaman. Tanaman yang rebah tersebar pada perlakuan EDP30% sebanyak 2 tanaman, EDP 35% sebanyak 8 tanaman dan EDP40% sebanyak 6 tanaman. Setelah diamati, tanaman tomat

pada perlakuan EDP30%, pada pangkal batang mengalami pengerutan yang terlihat pada hari pertama setelah aplikasi ekstrak. Pada perlakuan EDP35% dan EDP40% bagian pangkal batang mengerut dan berubah warna menjadi coklat. Tanaman tersebut kemudian rebah pada hari kedua setelah aplikasi ekstrak dikarenakan pangkal batang sudah tidak mampu menahan bagian atas tanaman (Gambar 8). Gejala fitotoksik yang ditemui akibat aplikasi input biologi diantaranya adalah daun menguning, layu, kerdil, bercak, dan mosaik dengan sebaran yang relatif merata baik dalam satu bagian tanaman maupun dalam satu tanaman (Khairani, 2014). Ekstrak daun paitan diaplikasikan di sekitar batang tanaman bagian bawah. Sehingga gejala fitotoksisitas tersebut muncul dari bagian tanaman yang paling dekat paparan ekstraknya yaitu batang bawah dan akar. Kemudian menyebar ke daun menjadikan daun tersebut menguning dan layu.



Gambar 8. Tanaman tomat yang rebah diduga akibat gejala fitotoksisitas

Pemberian ekstrak daun paitan tidak hanya memberikan dampak mematikan nematoda, tetapi juga berpengaruh terhadap tanaman tomat. Untuk mengetahui kebenaran penyebab kematian tersebut, maka dilakukan uji fitotoksisitas. Pengujian dilakukan menggunakan bibit tomat yang ditanam pada tanah yang telah disterilisasi. Hasil uji fitotoksisitas ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kenampakan gejala yang muncul pada tanaman tomat setelah aplikasi ekstrak daun paitan pada konsentrasi: a: 15%, b: 20%, c: 25%, d: 30%, e: 35%, f: 40%

Perlakuan pemberian ekstrak daun paitan pada perlakuan EDP15% dan EDP20% tidak menunjukkan gejala fitotoksisitas pada bibit tanaman tomat. Bibit tomat terlihat tumbuh tegak serta pada batang bagian bawah tidak terlihat mengerut ataupun menguning (Gambar 9a dan 9b). Sedangkan perlakuan ekstrak daun paitan pada perlakuan EDP25%, EDP30%, EDP 35% dan EDP40% menunjukkan gejala fitotoksisitas pada bibit tanaman tomat (Gambar 9c, 9d, 9e dan 9f). Pada pengamatan hari ke 1 setelah pemberian ekstrak, bibit tomat tampak mengalami pembusukan pada pangkal batang. Selanjutnya daun menguning dan layu pada pengamatan hari ke 2. Pada hari ke 3, bibit tomat rebah karena pangkal batang yang semula busuk sudah mengering. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun paitan mengandung senyawa aktif yang bersifat racun bagi tanaman (fitotoksik) jika diaplikasikan pada konsentrasi terentu.

Menurut Lestari (2016), paitan membentuk senyawa yang mempunyai efek negatif, yaitu bersifat alelopati terhadap tanaman. Paitan memiliki sifat alelopati dan mengandung senyawa fitotoksik penghambat pertumbuhan yang dapat menghambat perkecambahan benih dan pertumbuhan biji. Aktivitas penghambatan tergantung dari bagian tanaman yang digunakan. Ekstrak daun

diketahui memberikan aktivitas penghambatan yang lebih tinggi daripada ekstrak batang atau akar (Hartatik, 2007). Aktivitas biologi dari tanaman yang menerima senyawa alelokimia bergantung pada konsentrasi ekstrak yang diterima (Lovett, 1989 dalam Otusanya, 2012). Bibit *Shorgum bicolor* yang diaplikasikan ekstrak air dan methanol paitan menunjukkan adanya penghambatan pada perkecambahannya, dan ekstrak methanol daun paitan menunjukkan hasil lebih toksik dibandingkan ekstrak air paitan. Efek fitotoksisitas dari ekstrak methanol dan ekstrak air daun paitan tergantung pada konsentrasi ekstrak (Otusanya, 2012).

Pendugaan gejala fitotoksisitas selain disebabkan oleh senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak daun paitan juga bisa disebabkan oleh faktor yang lain. Pelarut yang digunakan, yaitu methanol diduga sebagai penyebab lain munculnya gejala fitotoksisitas. Diduga pada saat proses evaporasi masih banyak kandungan methanol yang terdapat pada ekstrak daun paitan, sehingga memberikan dampak toksik pada tanaman. Hasil penelitian Rowe *et al.* (1994) menunjukkan bahwa aplikasi methanol pada akar dengan konsentrasi 5% menghambat pertumbuhan tunas, sedangkan dengan konsentrasi 10% dapat mematikan bibit tomat dengan efek fitotoksisitas yang sangat tinggi. Gejala awal layu terlihat pada 1 jam setelah aplikasi.



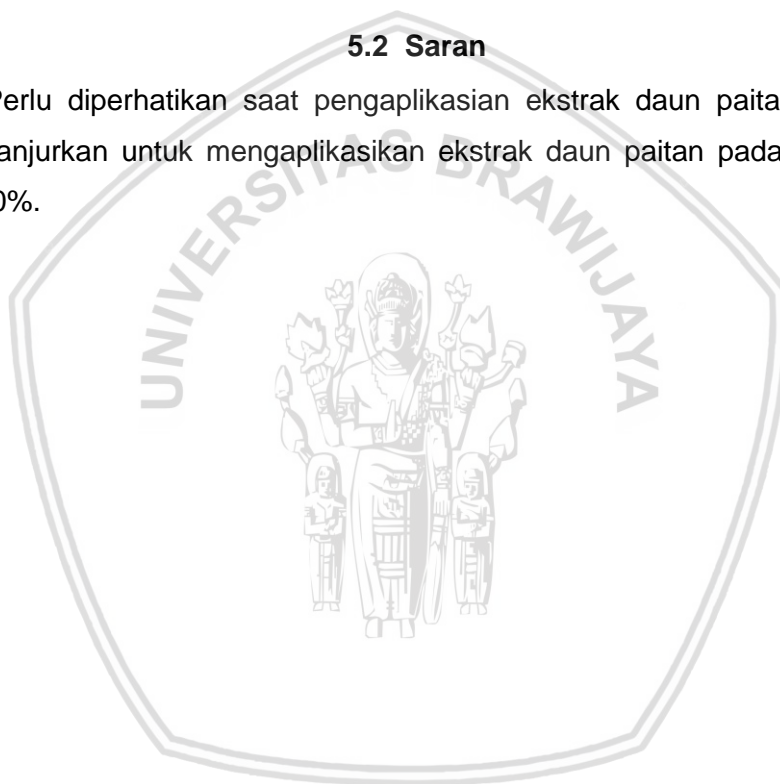
## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Konsentrasi ekstrak daun paitan sebesar 25% merupakan konsentrasi ekstrak yang efektif dalam mengendalikan *Meloidogyne* spp. pada skala laboratorium. Nilai  $LC_{50}$  yang didapatkan adalah 9,37% pada 24 jam, dan nilai  $LT_{50}$  adalah 9,64 jam pada konsentrasi 25%. Sedangkan pada aplikasi semi lapang, konsentrasi ekstrak daun paitan sebesar 20% merupakan konsentrasi yang paling efektif digunakan, karena konsentrasi ekstrak 25%, 30%, 35% dan 40% menunjukkan gejala toksisitas pada tanaman .

### 5.2 Saran

Perlu diperhatikan saat pengaplikasian ekstrak daun paitan di lapang. Tidak dianjurkan untuk mengaplikasikan ekstrak daun paitan pada konsentrasi diatas 20%.



## DAFTAR PUSTAKA

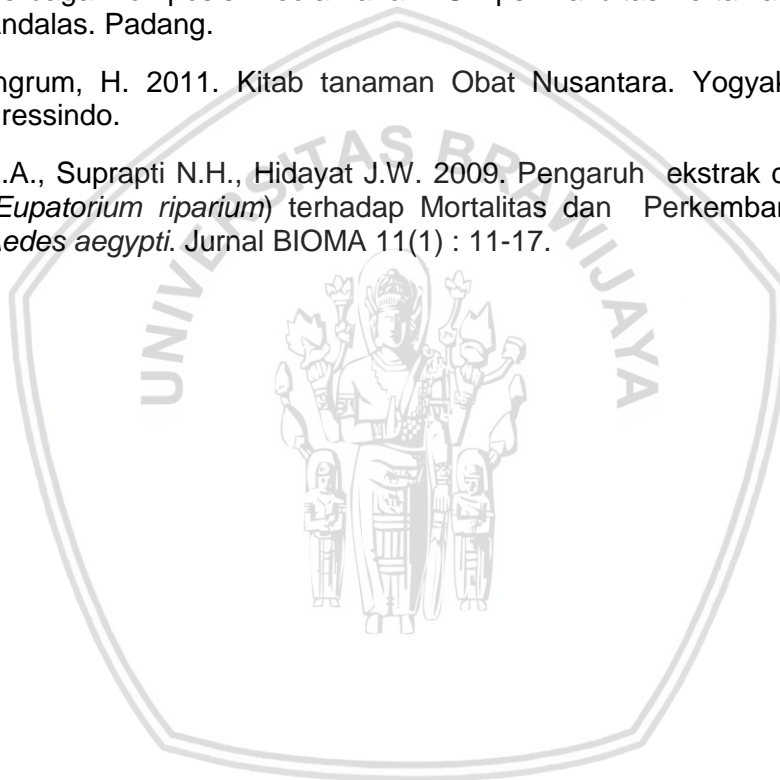
- Abbott, W.S. 1925. A method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Journal of the American Mosquito Control Association. 3(2): 302-307.
- Adiyoga, W., Suherman R., Soetiarso T.A., Budijaya, Udiarto B.K., Rosliani R., Mussadad D. 2004. Profil Komoditas Tomat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (PPPHBP). Jakarta: PPPHBP & DEPTAN.
- Adedire, C., Akinneye, J. 2004. Biological Activity of Tree Marigold, *Tithonia diversifolia*, on Cowpea Seed Bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Annals of Applied Biology. 144(2):185-189.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. New York. Elsevier Academic Press.
- Ambrosio S.R., Oki, Y., Heleno, V.C, Chaves, J.S., Nascimento, P.G., Lichston, J.E., Constantino, M.G., Varanda, E.M., Da Costa, F.B. 2008. Constituents of Glandular Trichomes of *Tithonia diversifolia*: Relationships to Herbivory and Antifeedant Activity. Phytochemistry. 69:2052-2060.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Tanaman Sayuran Tahun 2013. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 15 Maret 2017.
- Cahyadi, R. 2009. Uji oksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Larva *Artemia salina* Leach dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BST). Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [DAF] Department of Agriculture and Fisheries. 2012. Root Knot Nematode. Diunduh dari <https://www.daf.qld.gov.au/business-priorities/plants/fruit-and-vegetables/a-z-list-of-horticultural-insect-pests/root-knot-nematode>. Diakses pada tanggal 27 Mei 2018.
- Dropkin, V.H. 1991. Pengantar Nematologi Tumbuhan. Edisi Kedua. Terjemahan Supratoyo. Penerbit Mulyadi. Yogyakarta. Gadjah mada University Press.
- Eisenback, J.D. 2003. Nematology. Blacksburg (US) : Mactode Publication.
- Hartatik, W. 2007. *Tithonia diversifolia* sebagai Pupuk Hijau. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 29(5): 3-5.
- Hidayatullah, N., Betta K., Ari W. 2013. Efektivitas Pemberian Ekstrak Ethanol 70% Akar Kecombrang (*Etlingera elatior*) Terhadap Larva Instar III *Aedes aegypti* sebagai Biolarvasida Potensial. MAJORITY (Medical Journal of Lampung University). 95-104.
- Hutapea, J.R. 1994. Inventaris Tanaman Obat Indonesia, Jilid III. Departemen Kesehatan RI, Badan Penelitiian dan Penembangan Kesehatan. Jakarta.
- Huzni, M. 2015. Uji Laboratorium Ekstrak Kirinyuh (*Chromolaena odorata*: King & Robinson) Sebagai Nematisida Nabati terhadap *Meloidogyne* spp. (Chitwood). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.



- Ilori, O.J., Otusaya, O.O., Adelusi, A.A. 2007. Phytotoxic Effect of *Tithonia diversifolia* on Germination and Growth of *Oryza sativa*. Research Journal of Botany. 2(1): 23-32.
- Khairani, H.S. 2014. Potensi Kitosan dan Agens Antagonis dalam Pengendalian Penyakit Karat (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) Kedelai. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Lestari, S.A.D. 2016. Pemanfaatan Paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Kedelai. Iptek Tanaman Pangan. 11(1): 49-56.
- Lopez, J., Ibarra, O.F., Canto, G.J., Vasquez, C.G., Tejada, Z.I., Shimada, A.. 2005. In Vitro Effect of Condensed Tannins from Tropical Fodder Crops Against Eggs and Larvae of the Nematode *Haemunchus contortus*. Journal of Food, Agriculture and Environment (2): 191-194.
- Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. 1995. Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropik. Terjemahan Supratoyo. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Mitkowski, N.A., Abawi, G.S. 2003. Root-knot nematodes. The Plant Health Instructor.  
<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/Nematodes/Pages/RootknotNematode.aspx>. [27 Mei 2018]. DOI: 10. 1094/PHI-1-2—3-0917-01.
- Mulyadi. 2009. Nematologi Pertanian. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Nailufar, S. 2007. Kepekaan Nematoda Puru akar *Meloidogyne* spp.) terhadap Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*), Biji Mimba, (*Azadirachta indica*) dan Daun Kenikir (*Tagetes patula*). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nezriyetti, Novita, T. 2012. Efektivitas Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dalam Menghambat Perkembangan Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tomat. Biospecies. 5(2): 35-39.
- Nugrohorini. 2000. Monograf Nematoda Parasit Tanaman. Surabaya. UPN Press.
- Noling, J.W. 2009. Nematode Management in Tomatoes, Peppers and Eggplant. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Odeyemi, I.S., Afolami, Daramola F.Y. 2014. Evaluation of *Tithonia diversifolia* and *Chromolaena odorata* Residues as Potential Organic Compost materials for The Management of *Meloidogyne incognita* on Cowpea (*Vigna unguiculata* L. WALP). Journal of Agricultural Science and Environment. 14: 73-81.
- Oktafiyanto, M.F., Ankardiansyah, P.P., Abdul M. 2016. Aktivitas Nematisidal Daun, Batang, dan Bunga *Tithonia diversifolia* terhadap Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita* secara in vitro. Prosoding Seminar Nasional Perkebunan. Unit Kajian Penendalian Hama Terpadu Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB.

- Olabode, O., Sola, O., Akanbi, W., Adesina, G., Babajide, P. 2007. Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) a gray for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(4):503- 507.
- Otusanya, O., Olasupo, I. 2012. Phytochemical Screening and the Phytotoxic Effect of Aqueous Extract of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. *International Journal of Biology*. 4(3): 97-101.
- Prarifitriya. 2006. Uji Kerja (Joint Action) Ekstrak Daun Johar (*Cossiana siamea*) dan Paitan (*Tithonia diversifolia*) serta Potensi Daya Racunnya dibandingkan dengan Insektisida Piretroid terhadap Ulat Kubis (*Plutella xylostella*). Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Primari A, Rohman, F., Nugrahaningsih. 2008. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta Indica* Juss) terhadap Mortalitas Kutu Daun Hijau (*Myzus Persicae* Sulzer) pada Tanaman Kubis (*Brassica Oleracea*). Makalah FMIPA Universitas Negeri Malang. Malang.
- Prabowo, H. (2010). Pengaruh Ekstrak Daun *Nerium oleander* L. terhadap Mortalitas dan Perkembangan Hama *Spodoptera litura* Fab. *Biota*. 15 (3).
- Purwati, E., Khairunisa. 2007. Budidaya Tomat Dataran Rendah dengan Varietas Unggul serta Tahan Hama dan Penyakit. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Rahayu. 2007. Pengaruh ekstrak daun paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* Instar III. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Roberts P.A., Mullens T.R. 2002. Diseases Caused by Nematodes. Dalam: Davis RM, Raid, RN, editor. *Compendium of Umbelliferous Crop Diseases*. St., Paul: The American Phytopathological Society. hlm 48- 49.
- Robinson, T. 1991. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi. Padmawinata K. Bandung: ITB Press. Terjemahan dari: *The Organic Constituents of Higher Plants*, 6th Edition (Hal. 90-95).
- Rowe, R.N., Farr, D.J., Richards, B.A.J. 1994. Effects of Foliar and Root Applications of Methanol or Ethanol on the Growth of Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum* Mill). *New Zaeland Journal of Crop and Horticultural Science*. 22: 335-337.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. *Fitopatologi*. Malang: UB Press.
- Seebold, K.W. 2014. Root Knot Nematode, In *Commercial & Residential Crops*. University of Kentucky, College of Agriculture, Food and Environment.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektifitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Singh, R.S., Sitaramaiah, K. *Plant Pathogens: The Plant Parasitic Nematodes*. International Science Publisher. New York.

- Sun, M.H., Gao, L., Shi, Y.X., Li, B.J., Liu, X.Z. 2006. Fungi and actinomycetes associated with *Meloidogyne* spp. eggs and females in China and their biocontrol potential. *J. Invert. Pathol.* (93): 22-28.
- Taofik, M., Yuianti E., Barizi A., Hayati E.K. 2010. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Air Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Bahan Insektisida Botani untuk Pengendalian Hama Tungau Eriophyidae. *Alchemi* 2(1):104-157.
- Tukimin. 2002. Kajian Pestisida Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap Serangan Tungau Eriophyidae. *Jurnal ilmu pertanian*.
- Vina. 2016. Pertumbuhan dan Pembungaan Krisan (*Chrysanthemum* sp.) pada Berbagai Komposisi Media Tanam. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Widyaningrum, H. 2011. Kitab tanaman Obat Nusantara. Yogyakarta: Media Pressindo.
- Yunita E.A., Suprpti N.H., Hidayat J.W. 2009. Pengaruh ekstrak daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal BIOMA* 11(1) : 11-17.





Tabel Lampiran 1. Analisis ragam mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. pada pengamatan 6 JSA (Jam Setelah Aplikasi)

SK	JK	DF	MS	F	ProbF	
Perlakuan	4560.00	5	912.00	77.00	5.56E-14	**
Residual	284.26	24	11.84			
Total	4844.26	29	167.04			

C.V. (%): 15,0355440452769

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. pada pengamatan 12 JSA (Jam Setelah Aplikasi)

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	
Perlakuan	5868.62	5	1173.72	109.47	1.03E-15	**
Residual	257.33	24	10.72			
Total	6125.95	29	211.24			

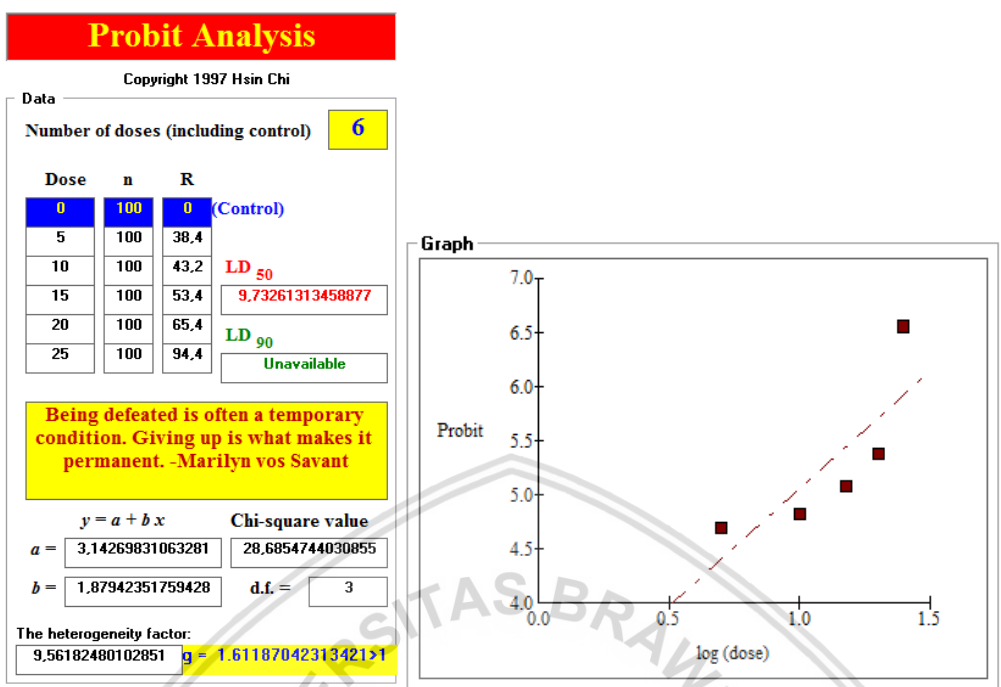
C.V. (%): 11,4470740353398

Tabel Lampiran 3. Analisis ragam mortalitas J2 *Meloidogyne* spp. pada pengamatan 24 JSA (Jam Setelah Aplikasi)

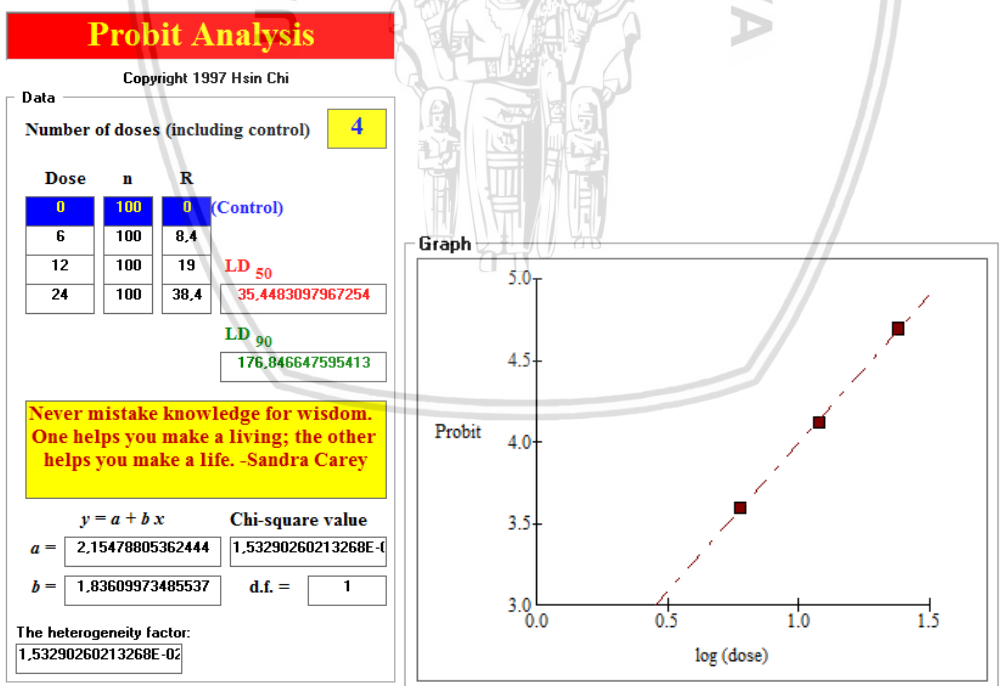
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	
Perlakuan	16765.03	5	3353.01	122.95	2.72E-16	**
Residual	654.51	24	27.27			
Total	17419.53	29	600.67			

C.V. (%): 12,0481775633334

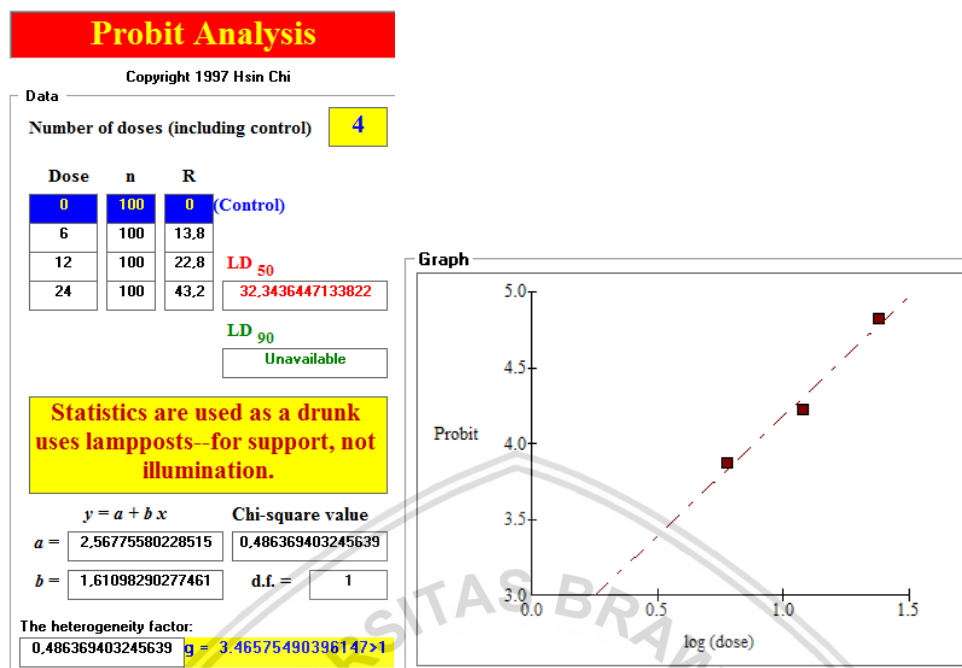




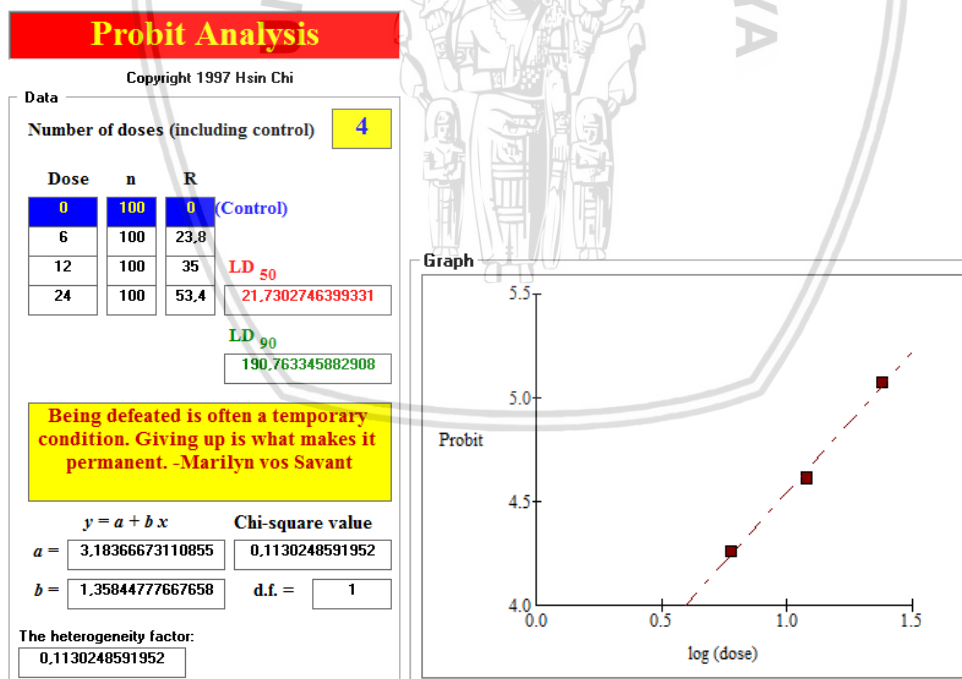
Gambar Lampiran 1. Analisis probit LC<sub>50</sub> pada waktu 24 JSA terhadap J2 *Meloidogyne* spp.



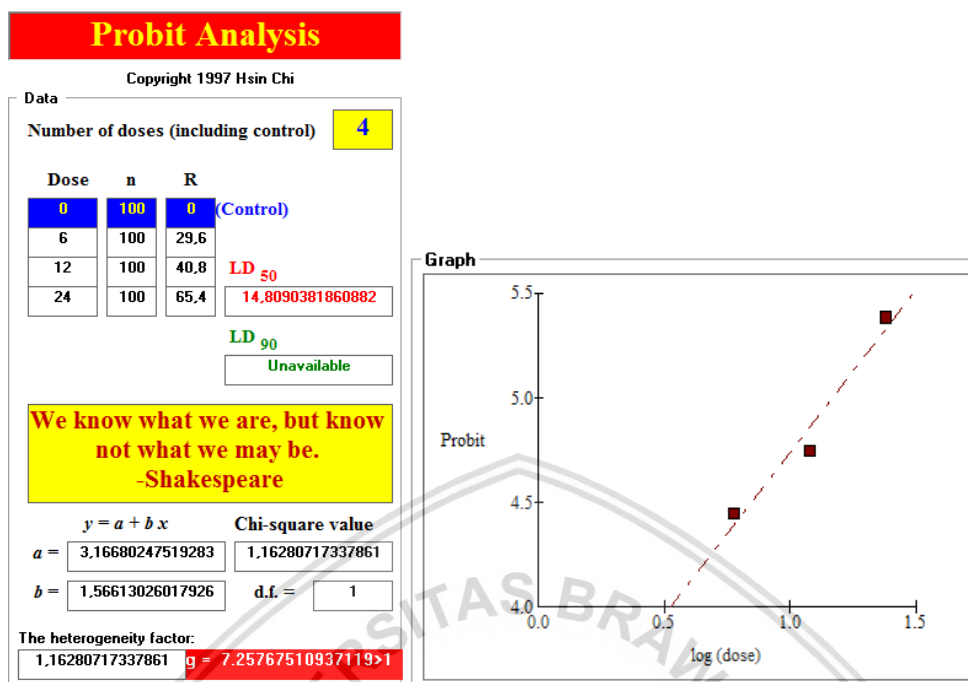
Gambar Lampiran 2. Analisis probit LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 5% terhadap J2 *Meloidogyne* spp.



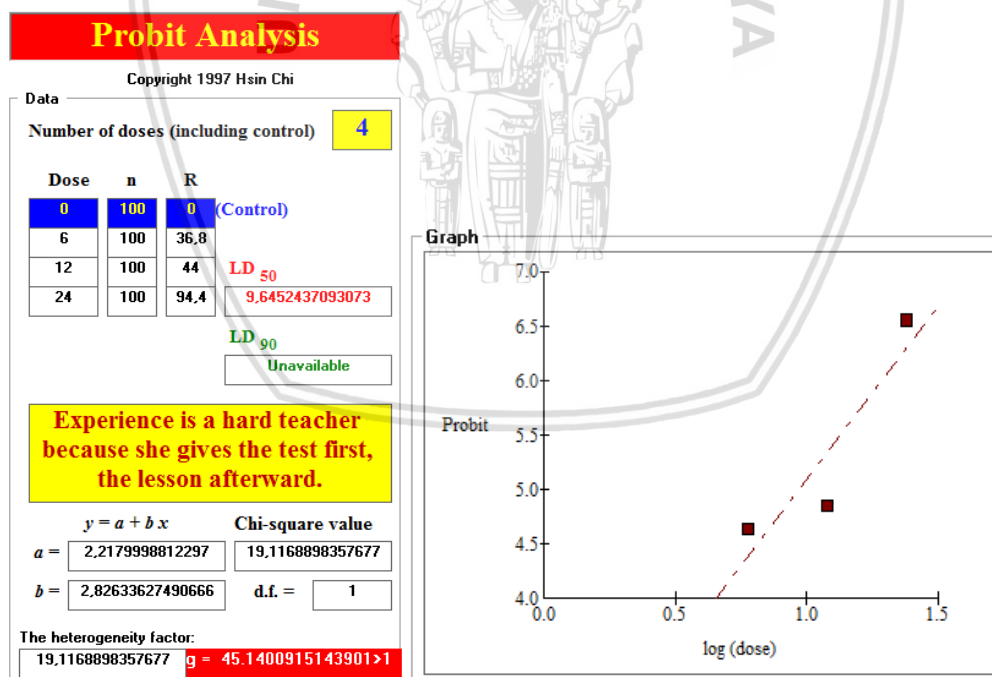
Gambar Lampiran 3. Analisis probit LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 10% terhadap J2II *Meloidogyne* spp.



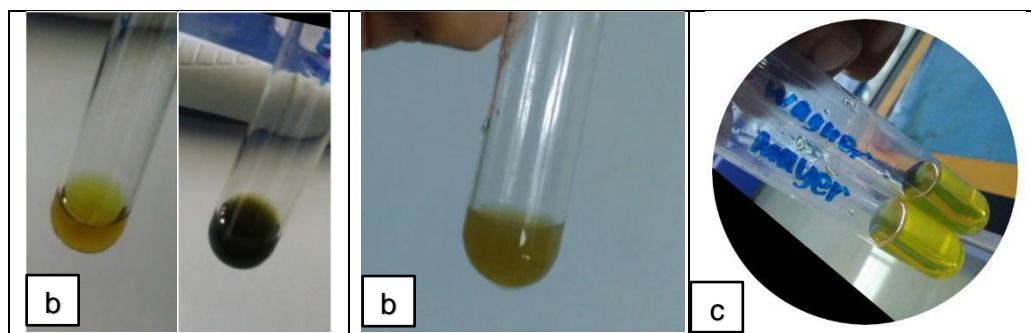
Gambar Lampiran 4. Analisis probit LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 15% terhadap J2 *Meloidogyne* spp.



Gambar Lampiran 5. Analisis probit LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 20% terhadap J2 *Meloidogyne* spp.



Gambar Lampiran 6. Analisis probit LT<sub>50</sub> pada konsentrasi 25% terhadap J2 *Meloidogyne* spp.



Gambar Lampiran 7. Uji fitokimia secara kualitatif, (a) tanin; (b) saponin; (c) alkaloid



Gambar Lampiran 8. Inokulasi nematoda pada tanaman tomat, (a) pemberian lubang didekat akar; (b) inokulasi nematoda menggunakan spuit suntik





Gambar Lampiran 9. Hasil pemberian ekstrak daun paitan pada tanaman tomat dalam rumah kawat



Tabel Lampiran 4. Uji Fitokimia secara Kuantitatif Senyawa Flavonoid

**LABORATORIUM KIMIA ANALISIS INSTRUMENTASI**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA POLITEKNIK NEGERI**  
**MALANG**

**REKAPITULASI PERHITUNGAN TOTAL FLAVONOID (QUERCETIN EQUIVALENT)**

Nama Sampel	Volume (ml)			Aborbansi			TKR	FP	THT	Kadar
	Spl (ml)	Metanol (2)	Spl+Met (2)	I	II	rata	( $\mu\text{g/ml}$ )	ml	$\mu\text{g/gr}$	persen
Ekstrak Paitan	0.025	5	5.025	0.187	0.187	0.187	5.288	201.00	1,063	0.106
	0.050	5	5.050	0.403	0.405	0.404	11.185	101.00	1,130	0.113
	0.100	5	5.100	0.749	0.747	0.748	20.533	51.00	1,047	0.105

Malang, 23 Agustus 2017

Pelaksana

Kaliawan

